

**Univerzita Karlova  
1. lékařská fakulta**

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví  
Studijní obor: Nutriční terapeut



**Miluše Krčmářová**

Nutriční význam, kvalita a účinné doporučené dávky doplňků stravy EPA/DHA

The Importance of Nutrition, The Quality and Effective Doses of Food Supplements  
EPA/DHA

**Bakalářská práce**

Vedoucí závěrečné práce: Ing. Hana Pejšová

Praha 2020

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem řádně uvedla a citovala všechny použité prameny a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 7. 8. 2020

MILUŠE KRČMÁŘOVÁ  
Podpis

Identifikační záznam:

KRČMÁŘOVÁ, Miluše. Nutriční význam, kvalita a účinné doporučené dávky doplňků stravy EPA/DHA. [The Importance of Nutrition, The Quality and Effective Doses of Food Supplements EPA/DHA]. Praha, 2020. 83 s., 1 příl. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta, 3. interní klinika - klinika endokrinologie a metabolismu. Vedoucí práce Pejšová, Hana.

**Poděkování:**

Ráda bych poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Ing. Haně Pejšové za odborné vedení, ochotu a cenné rady při psaní této práce. Také děkuji za pomoc a podporu Mgr. Marii Papežové a Mgr. Janě Drdové, Ph.D.

## **Abstrakt**

Tuky by měly být chápány jako nezbytná součást stravy a jejich příjem by se měl posuzovat z hlediska energetického, z poměru tuků a ostatních živin ve stravě a také z hlediska druhu mastných kyselin v nich obsažených. Po období úplného odmítání konzumace tuků jako příčiny obezity a výskytu civilizačních onemocnění převládl názor, že není dobré je z jídelníčku vyřadit, protože by mohl vzniknout deficit nenasycených esenciálních kyselin, které jsou nutné k zajištění mnoha funkcí v organismu. Do popředí zájmu se dostaly polynenasycené mastné kyseliny typu omega-3, které jsou ve středoevropské stravě málo obsaženy. S tím souvisí problematika doplňků stravy s omega-3 MK, kterou se tato práce podrobněji zabývá.

Cílem bakalářské práce je shrnout význam užívání doplňků stravy obsahujících omega-3 MK, porovnat kvalitu nejběžnějších produktů a uvést informace o jejich účinných doporučených dávkách. V popředí zájmu bylo najít důvody, proč klienti vybrané lékárny tyto doplňky stravy vyhledávají, zda existuje přímá souvislost mezi jejich zdravotními obtížemi a volbou určitého produktu, co jejich volbu ovlivňuje; dále se zjišťovala úroveň jejich znalostí o kvalitě užívaných přípravků.

V teoretické části práce jsou uvedeny obecné informace o tucích, mastných kyselinách a především o polynenasycených mastných kyselinách, které jsou podrobně popsány z hlediska nutričních i zdravotních aspektů. Práce čerpala z odborné literatury, lékařských časopisů, článků a internetových zdrojů. Praktická část práce byla provedena metodou kvantitativního dotazníkového šetření u 91 klientů lékárny v Rožnově pod Radhoštěm (Zlínský kraj), kteří doplňky stravy s obsahem omega-3 MK nakupovali. Výsledky byly zpracovány metodou deskriptivní analýzy kvantitativních dat, zaneseny v počítačových programech MS Word a MS Excel a vyjádřeny v tabulkách a grafech.

Z výsledků průzkumu je možno vyvodit, že většina oslovených respondentů hodnotí užívání doplňků stravy s obsahem omega-3 MK pozitivně a chápe to jako součást péče o své zdraví a prevenci civilizačních onemocnění. Při rozhodování čerpají informace z nejrůznějších zdrojů, většinou z odborných publikací, článků v časopisech a internetu, což souviselo s dosaženou úrovní vzdělání respondentů. Kvalitu užívaných přípravků zjišťovala necelá polovina respondentů. Doplňky stravy jsou pro uživatele možností, jak doplnit příjem esenciálních polynenasycených MK při deficitu ve stravě, přičemž nejsou rizikem pro jejich zdravotní stav.

**Klíčová slova:** tuky, mastné kyseliny, omega-3 MK, doplňky stravy

## **Abstract**

The fats should be understood as a necessary part of a diet and their intake should be assessed from the energetic point of view, as well as fats to other nutrients ratio and the kind of fatty acids contained. After a period of total refusal of fats consumption as the cause of obesity and civilization disease occurrences, the opinion, that it's not good to remove them from the diet because has prevailed. The reason is there might arise a deficiency in unsaturated essential acids, which are necessary to secure many functionalities in the organism. Among the interest became the polyunsaturated fatty acids with their low presence in the central european diet. This is related to the topic of dietary supplements with omega-3 fatty acids, which is the main topic of this thesis.

The goal of this bachelor thesis is to sum up the importance of food supplements with omega-3 fatty acids usage, to compare quality of the most common products and to bring information about their effective recommended doses. The main focus has been finding reasons why clients of a chosen pharmacy are looking for these products, whether there is a direct connection between their health difficulties a their selection of concrete product and what influences their choice. Further, the level of their knowledge about the quality of taken products was tested.

In the theoretical part of this work, there are information about fats, fatty acids and primarily polyunsaturated fatty acids, which are thoroughly described from both medical and pharmaceutical point of view. The work has gained from professional literature, medical magazines, articles, and internet sources.

The practical part of the work used a method of quantitative questionnaire survey that included 91 clients of a pharmacy in Roznov pod Radhostem (Zlinsky region), who were purchasing food supplements containing omega-3 fatty acids. The results were processed by a method of quantitative data analysis and inserted to tables and graphs in computer programs MS Word and MS Excel.

From the results of the survey one can conclude that most the addressed responders appraise taking the food supplements with omega3 fatty acids content as positive and perceives it as a part of personal health care and prevention of lifestyle diseases. During deciding they gather information from various sources, mainly from professional publications, magazine articles and the internet, which was tied to the achieved education level of the responders. The quality of taken products was investigated by just under a half of the responders. For the users, the food supplements are a way to replenish the intake of essential polyunsaturated fatty acids in the case of their deficiency in the food, while they don't pose a health hazard.

**Key words:** polyunsaturated fatty acids, food supplements with omega-3 fatty acids and their selection, quality, recommended doses, nutritional importance of fats

1 Úvod.....	8
2 Teoretická část.....	10
2.1 Tuky - mastné kyseliny.....	10
2.1.1 Charakteristika mastných kyselin.....	11
2.1.2 Nenasycené mastné kyseliny typ omega - 3 .....	12
2.1.2.1 Omega-3 mastné kyseliny - ALA .....	13
2.1.2.2 Omega-3 mastné kyseliny - DHA, EPA.....	14
2.1.3 Zdroje EPA a DHA.....	14
2.1.3.1 Přirozené zdroje EPA, DHA.....	15
2.1.3.2 Doplnky stravy v evropském potravinovém právu.....	19
2.1.3.3 Doplnky stravy s obsahem EPA, DHA .....	21
2.2 Význam a funkce omega-3 a omega-6 .....	22
2.2.1 Nutriční význam omega-6 mastných kyselin.....	23
2.2.2 Význam poměru nenasycených omega-3 a omega-6 mastných kyselin.....	24
2.2.3 Nutriční význam a využití omega-3 mastných kyselin.....	25
2.2.3.1 Účinky omega-3 na kardiovaskulární systém.....	25
2.2.3.2 Účinky na imunitní systém.....	27
2.2.3.3 Účinky na nervovou soustavu.....	29
2.2.3.4 Prenatální vývoj a kojení.....	31
2.2.3.5 Protinádorová terapie .....	32
2.2.3.6 Další možné terapeutické účinky .....	35
2.3 Výživová doporučení.....	38
2.3.1 Projevy nedostatku.....	40
2.3.2 Projevy nadbytku.....	40
2.3.3 Nežádoucí účinky EPA, DHA.....	41
2.3.4 Směrnice a doporučení asociací pro optimální množství EPA, DHA.....	41
2.4 Doplnky stravy a jejich charakteristika .....	43
2.4.1 Přípravky s obsahem EPA, DHA .....	44
2.4.2 Seznam doplňků stravy s obsahem EPA, DHA .....	45
2.4.2.1 Lékové formy a obsah EPA, DHA v nich.....	51
2.4.2.2 Dávkování.....	52
2.4.2.3 Rizika užívání .....	52
3 PRAKTICKÁ ČÁST.....	53
3.1 Cíl práce.....	53
3.2 Metodika výzkumu.....	53
3.3 Charakteristika souboru.....	54
3.4 Realizace výzkumu.....	54
3.5 Výsledky .....	54
3.6 Diskuze k výsledkům šetření .....	74
4 Závěr .....	78
5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	80
6 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	85
7 SEZNAM TABULEK A GRAFŮ.....	88
8 PŘÍLOHY.....	90

# 1 Úvod

Tuky jako součást stravy jsou často negativně vnímány jako příčina obezity a výskytu civilizačních onemocnění. Měly by být ale chápány jako nezbytná součást celkové stravy a jejich příjem by se měl posuzovat zejména z hlediska množství po stránce energetického příjmu a z hlediska složení, tedy zastoupení mastných kyselin (MK) v tukích. Proto po období úplného odmítání konzumace tuků začíná převládat náhled, že není správné je z jídelníčku vyřazovat, protože by mohl vzniknout nepoměr mezi potřebou nenasycených esenciálních kyselin a jejich příjmem stravou. To by mohlo vést k narušení mnoha funkcí v organismu, protože jsou nezbytné pro syntézu hormonů, podílejí se na funkci nervové tkáně, na srážení krve, mají vliv na zánětlivé reakce, jsou součástí buněčných membrán aj. Je proto nutné sledovat celkový příjem tuků a poměr jeho složek. Znamená to snížit nadměrnou konzumaci nasycených MK a trans nenasycených MK a zaměřit se na zvýšení konzumace zdrojů tuků bohatých na polynenasycené MK. V naší stravě je v současnosti dostatečný příjem PUFA, ale jedná se o převahu omega-6 MK a minimální množství omega-3 MK. Vzniká tak nepoměr mezi oběma typy PUFA v neprospěch omega-3 polynenasycených MK. Nabízí se otázka, jak tento nepoměr zvrátit, jaké jsou možnosti k jeho příznivému ovlivnění. Jednou z cest je užívání doplňků stravy s obsahem omega-3 MK, které se objevily na našem trhu a jsou dostupné zejména ve volném prodeji lékáren (Brát, 2011).

Předkládaná bakalářská práce je rozdělena do dvou částí – teoretické a praktické. V teoretické části se uvádí obecné informace o tucích a mastných kyselinách, především ale o polynenasycených mastných kyselinách. Popisuje se jejich výskyt, funkce, terapeutické účinky na lidský organismus a především význam ve zdravotnictví a farmacii. Součástí teoretické části práce jsou také směrnice a doporučení světových zdravotnických autorit k užívání a optimálním dávkám omega-3 mastných kyselin. Dále jsou detailněji popsány doplňky stravy s obsahem omega-3 mastných kyselin, které jsou volně dostupné nejen v lékárnách po celé České republice. Práce seznamuje i s lékovými formami omega-3 mastných kyselin, které se běžně užívají, ale také s možnými nežádoucími účinky nebo riziky užívání těchto preparátů. Jsou také zmíněny projevy nedostatku nebo nadbytku EPA/DHA. Jedna kapitola práce obsahuje přehled preparátů s obsahem EPA/DHA, prodávaných a dostupných na českém trhu. Jeho součástí jsou název přípravku s množstvím lékové formy, množství účinných látek, způsob a frekvence užívání přípravku, výrobce, druhy ryb, ze kterých je rybí olej získáván, a místo lovu ryb. Na konci této části práce je uvedeno srovnání kvality těchto doplňků stravy s obsahem omega-3 MK.

Praktická část práce byla provedena metodou kvantitativního dotazníkového šetření u 91 zákazníků lékárny v Rožnově pod Radhoštěm (Zlínský kraj), kteří zde doplňky stravy s obsahem omega-3 MK nakupovali. Odpovídali na 21 otázek, které byly zaměřeny na zjišťování obecných znalostí klientů o problematice omega-3 mastných kyselin EPA/DHA. Průzkum se zaměřil na jejich výběr preparátů s obsahem EPA/DHA, na informovanost klientů o kvalitě kupovaného produktu (dávkování, frekvence užívání, obsah účinných látek), který si vybrali buď poprvé, nebo opakovaně. Otázky byly také zaměřeny na příjem



EPA/DHA z přirozených potravinových zdrojů. Výsledky šetření byly metodou deskriptivní kvantitativní analýzy zpracovány a poté vyjádřeny pomocí grafů a tabulek. Diskuze shrnuje poznatky dotazníkového šetření.

V práci jsou formulovány čtyři předpoklady, které ověřuje výzkumná část. Zabývaly se těmito otázkami: z jakých důvodů klienti tyto doplňky stravy užívají, čím jsou při jejich výběru ovlivněni a zda mají o jejich účinnosti dostatečné informace.

## 2 Teoretická část

### 2.1 Tuhy - mastné kyseliny

Tuhy jsou bezesporu spolu s bílkovinami a sacharidy základními živinami organismů. Jejich role je nezastupitelná. Jsou zdrojem energie (udává se, že 1 gram tuku představuje energetickou hodnotu 39 KJ, což se rovná 9 kcal), plní tepelnou a izolační funkci nejdůležitějších orgánů v těle, jsou součástí buněčných membrán, jsou nezbytné pro syntézu hormonů, podílejí se na funkci nervové tkáně, na srážení krve a zánětlivé reakci. V neposlední řadě dodávají chuť jídlům, jsou nositelem jejich jemnosti a vůně. Běžná dostatečná, ale i nadměrná konzumace tuků ovlivňuje zdraví člověka (Brát, 2017).

Lipidy jsou z chemického hlediska skupinou sloučenin, kterou nelze jednotně definovat. Velmi obecně se označují jako estery nebo jiné deriváty mastných kyselin (Matouš, 2010, s. 59). Další definice je označuje jako přírodní sloučeninu obsahující vázané mastné kyseliny o více než třech atomech uhlíku v molekule (Velíšek, 2009). Rozmanitost skupin lipidů (od jednoduchých organických molekul k velkým složitým molekulám) způsobuje také nejednotnost při jejich klasifikaci. Obvykle se při třídění vychází z těchto kritérií (Matouš, 2010):

1. rozpustnost v nepolárních rozpouštědlech
2. přítomnost esterifikovaných mastných kyselin
3. stejný metabolický základ (acetyl - CoA)
4. společné nebo obdobné využití organismem

Z chemické struktury vychází také klasifikace uvedená v citované publikaci:

- A) mastné kyseliny
- B) lipidy obsahující ve své molekule glycerol
- C) lipidy neobsahující glycerol
- D) lipidy kombinované s jinými skupinami látek

Další klasifikace podle chemického složení z jiného zdroje dělí lipidy do tří hlavních skupin (Velíšek, 2009):

homolipidy- sloučeniny mastných kyselin a alkoholů heterolipidy- obsahují kromě mastných kyselin a alkoholu ještě další kovalentně vázané sloučeniny, např. kyselinu fosforečnou (je vázána ve fosfolipidech nebo D - galaktóza v některých glykolipidech)  
komplexní lipidy- přítomny jak homolipidy, tak i heterolipidy, ale kromě kovalentních vazeb jsou některé složky vázány různými fyzikálními vazbami, např. vodíkovými nebo prostřednictvím hydrofobních interakcí

V tomto rozdělení se vyskytuje určitá potíž s klasifikačním zařazením volných mastných kyselin. Všeobecně se považují za lipidy a měly by tvořit jejich samostatnou skupinu.

Za zmínku stojí také rozdělení tuků podle biologického původu:

- A. rostlinné
- B. živočišné (Základy lék. chemie a biochemie)

Rostlinné tuky jsou tuhé (kokosový, palmový), mazlavé (kakaové máslo), tekuté (olej olivový, slunečnicový aj.). Živočišné tuky mohou být kapalné (studenokrevní živočichové - rybí olej), tuhé a mazlavé (teplokrevní živočichové - lůj, sádlo). Lidský tuk má při tělesné teplotě kapalnou konzistenci. Z chemického hlediska obsahuje převážně kyselinu palmitovou, stearovou, olejovou a v menší míře kyselinu linolovou, linolenovou, arachidonovou. U zdravého člověka tvoří tuky přibližně 15% celkové hmotnosti (Matouš, 2010).

### 2.1.1 Charakteristika mastných kyselin

Z hlediska výživy jsou mastné kyseliny (MK) nejdůležitější strukturní součástí lipidů. Plní řadu důležitých funkcí v živých organismech, např. tvoří základní strukturu buněčných membrán jako součást fosfolipidů, jsou zdrojem metabolické energie (v triglyceridech), slouží jako mechanické a tepelné izolátory. Mohou být takto skladovány prakticky v neomezeném množství, což lze pozorovat například u obézních jedinců a některých savců připravujících se na zimní spánek (Tvrzická, 2009b).

Chemicky jsou mastné kyseliny monokarboxylové kyseliny s uhlíkovým řetězcem od 2 do 36 atomů a 0 - 6 dvojnými vazbami. Jejich fyzikálně-chemické vlastnosti se promítají do sloučenin, kde představují podstatnou složku (lipidy), stejně tak jako do vyšších organizovaných struktur (plazmatické membrány, lipoproteiny). Mastné kyseliny v lipidech se dělí podle počtu dvojných vazeb na nasycené, mononenasycené a vícenenasycené (Tvrzická, 2009a).

Výskyt mastných kyselin je charakteristický pro jednotlivé živočišné druhy i pro jednotlivé tkáně. U vyšších živočichů a rostlin převažují mastné kyseliny se 16 a 18 uhlíkovými atomy, tj. kyselina palmitová, stearová, olejová a linolová. Výskyt kyselin s řetězcem kratším než 14 a delším než 22 uhlíkových atomů tvoří menšinový podíl. Syntézy MK se účastní dvouuhlíkaté jednotky, proto obsahují většinou sudý počet atomů uhlíku. Asi polovinu MK tvoří nenasycené kyseliny s obsahem 1 až 6 dvojných vazeb. Charakteristické pro vícenenasycené MK (PUFA) je jejich pentadienové uspořádání (Tvrzická, 2009a).

Pro přehlednost je často struktura mastných kyselin vyjadřována schematickým vzorcem  $CN:p\ n - x$ , kde CN (uhlíkové číslo) představuje celkový počet atomů uhlíku, p počet dvojných vazeb, x polohu první dvojně vazby od methylové skupiny (n). Za fyziologických podmínek se dvojně vazby vyskytují převážně v cis-konfiguraci. Jejich počet (stupeň nenasycenosti) ovlivňuje významně mikroviskozitu buněčných membrán, jejich tloušťku a následně také funkce proteinů asociovaných s membránami (enzymy, receptory, iontové kanály, membránové transportéry) (Tvrzická, 2009a).

Syntéza mastných kyselin probíhá v cytoplasmě z dvouuhlíkatých nebo tříuhlíkatých prekurzorů za účasti přenašeče acylových skupin, NADPH a acetyl - CoA - karboxylázy. Syntéza v mikrozomálním systému se děje za účasti malonyl- CoA, v mitochondriích pak za účasti acetyl - CoA. Tkáně savců (včetně lidských) jsou schopny syntetizovat nasycené mastné kyseliny převážně se sudým počtem atomů.

Odbourávání mastných kyselin beta-oxidací v mitochondriích je doprovázeno uvolňováním energie. Lidské tkáně jsou schopny syntetizovat nasycené mastné kyseliny

převážně se sudým počtem atomů uhlíku. Také mononenasycené MK si dokáže tělo vytvořit, a není tudíž závislé na dietním příjmu. Vznikají zavedením dvojně vazby do polohy  $\Delta 9$  od uhlíkového atomu karboxylu. Vícenenasycené mastné kyseliny, např. PUFA, si není organismus schopen syntetizovat a je zcela závislý na jejich dietním přísunu. Vícenenasycené mastné kyseliny PUFA se dvěma nebo více dvojnými vazbami v molekule budou předmětem této práce. Je nutno připomenout, že PUFA se dělí na endogenní (řada n-9) a exogenní. Endogenní PUFA lidský organismus produkuje pouze při nedostatku esenciálních kyselin a slouží jako faktor pro zachování fluidity buněčných membrán (Tvrzická, 2009a).

Exogenní vícenenasycené mastné kyseliny PUFA se rozdělují do dvou skupin: řada n-3 a řada n-6. Mají výrazný antiaterogenní i antitrombotický účinek, který je dán jejich komplexním působením na koncentrace lipoproteinů, fluiditu membrán, funkci membránových enzymů a receptorů, modulaci produkce eikosanoidů, regulaci krevního tlaku a metabolismus minerálních látek. Pokud řetězec PUFA obsahuje větší počet dvojných vazeb, zvyšuje se tak možnost lipoperoxidace (oxidativní poškození mastných kyselin) (Tvrzická, 2009a).

### **2.1.2 Nenasycené mastné kyseliny typ omega - 3**

Kyseliny s větším počtem dvojných vazeb se označují jako polyenové. Jejich důležitým rozlišovacím znakem je umístění první dvojně vazby (počítá se od zakončení molekuly methylovou skupinou) a celkový počet dvojných vazeb. Z biologického hlediska se jeví jako nejvýznamnější polyenové kyseliny, které mají první dvojnou vazbu na třetím resp. šestém uhlíkovém atomu. Podle toho se označují jako omega-3 (n-3) a omega-6 (n-6) kyseliny (Kasper, 2015).

Do skupiny omega-3 mastných kyselin patří např. (Velíšek, 2009):

Dienové mastné kyseliny:

C 18:2 (cis, cis) kyselina linolová

C 18:2 (trans, trans) kyselina linolelaidová

Trienové mastné kyseliny:

C 18:3 (all- cis) kyselina linolenová (ALA)

Tetraenové mastné kyseliny:

C 18:4 (all-cis) kyselina stearidonová (moroktová)

C 20:4 (all-cis) kyselina arachidonová

Pentaenové mastné kyseliny:

C 20:5 (all-cis) kyselina timnodonová (EPA)

Hexaenové mastné kyseliny:

C 22:6 (all -cis) kyselina cervonová (DHA)

Zvláštní pozornost zasluhují mastné kyseliny s konjugovanými dvojnými vazbami. Svou reaktivitou se liší od mastných kyselin s izolovanými dvojnými vazbami a mají také odlišné fyziologické účinky. Nejčastější kyseliny s konjugovaným systémem dvojných vazeb jsou izomery kyseliny linolové (LA) - konjugované kyseliny linolové (CLA).

CLA vznikají zejména z rostlinné potravy v batoru přežvýkavců, a proto se vyskytují převážně v mléčném tuku a v tuku přežvýkavců. Proto má skot volně se pasoucí v přírodě několikanásobně vyšší obsah CLA ve svalovině i mléce než jedinci živení uměle. Nejvyšší obsah CLA má však tuk z ovčího mléka (Kasper, 2015). Biologické účinky CLA jsou většinou příznivé. V experimentálních studiích *in vitro* a *in vivo* byly zjištěny jak antioxidační, tak i antikarcinogenní účinky. Pozitivní výsledky se však nepotvrdily jednoznačně na humánních studiích (Tvrzická, 2009a).

Kyselina alfa-linolenová (ALA) je základní a esenciální omega-3 mastnou kyselinou. Produktem jejího metabolismu je např. kyselina  $\alpha$ -linolenová (ALA). Jejími hlavními produkty jsou kyseliny timnodonová (eikosapentaenová, EPA, 20:5 n-3) a klupadonová (dokosaheptaenová, DHA, 22:6 n-3), v menší míře pak kyselina dokosaheptaenová (22:5 n-3). Vícenenasycené mastné kyseliny s 20 uhlíky tvoří skelet prostaglandinů a leukotrienů. Z omega - 3 PUFA se vytvářejí prostaglandiny a leukotrieny 3. a 5. třídy. Působky vzniklé z omega-3 PUFA mají protizánětlivé, antitrombotické a bronchodilatační účinky (Grofová, 2010).

Konverze ALA na její metabolity s 20-22 CN je podstatně efektivnější u mořských živočichů než u člověka, a proto jsou EPA a DHA v lidském organismu převážně exogenního původu. Tyto kyseliny, především pak DHA, jsou ve vysoké míře obsaženy v nervové tkáni a v retině, kde zajišťují správnou funkci těchto orgánů. Dále hrají důležitou roli v signálové transdukci pravděpodobně regulací signalizace G-proteinu (Tvrzická, 2009a).

#### **2.1.2.1 Omega-3 mastné kyseliny - ALA**

Kyselina  $\alpha$ -linolenová (ALA, 18:3 n-3) má zásadní postavení ve skupině vícenenasycených mastných kyselin řady omega-3. Jejími zdroji jsou semena a listy některých rostlin: sójové boby, lněné semeno, olej z vlašských ořechů, semena černého rybízu a listy brtnáku. Mezi další přírodní zdroje ALA se řadí i některé druhy zeleniny jako špenát, salát, zelí. Malé množství ALA se dostává do organismu konzumováním kuřecího a hovězího masa (Trebatická, 2015, s. 219). ALA je obsažena i v olejích rostlinného původu. Syntéza EPA a DHA probíhá v játrech, ale její rychlost je velmi malá. Proto ani příjem velkých dávek ALA nevede k významnějšímu vzestupu obsahu EPA a DHA v těle (Kopecký, 2011).

ALA je prekurzorem biologicky účinných mastných kyselin EPA a DHA. Podle nejnovějších poznatků je při běžné výživě přeměna ALA na EPA a DHA zcela nepatrná a dosahuje zřetelně méně než 10%. Přeměna ALA na EPA probíhá u různých osob rozdílně, ve vyšší míře k ní dochází u vegetariánů (<https://www.bezpecnostpotravin.cz>). U veganů, kteří s výhradně rostlinnou potravou konzumují sice bohatě ALA, ale žádnou EPA a DHA, se najdou nízké, ale stabilní koncentrace omega-3 mastných kyselin s dlouhým řetězcem.

Tento náález svědčí o tom, že při nízkém přívodu omega-3 se konvertuje určité množství ALA na EPA a DHA (Kasper, 2015).

Přeměna ALA na EPA u mužů kolísá mezi 0,3 - 8%, přeměna DHA je nižší než 4%. U žen jsou tyto hodnoty vyšší, 21% resp. 9%. Tyto vyšší hodnoty jsou připisovány vlivu estrogenů. Popisuje se také příznivé působení fytoestrogenů na přeměnu ALA v EPA, zejména lignanů ze lněného semínka. Přeměna ALA v DHA je poměrně menší. Je však velmi důležitá pro vývoj mozku a nervového systému (Grofová, 2010).

Určitá omezení v systému přeměny ALA na EPA a DHA se vyskytují také ve stáří a při nadměrné konzumaci omega-6 mastných kyselin. Jejich nadbytek totiž odčerpává zásadní množství enzymu potřebného při přeměně ALA na EPA. Tento jev se vyskytuje zvláště u obyvatelstva v západních zemích, kde je obvyklý vysoký příjem omega-6 kyseliny linolové (Grofová, 2010).

#### **2.1.2.2 Omega-3 mastné kyseliny - DHA, EPA**

Organismus nedokáže syntetizovat omega-3 mastné kyseliny, a je tedy zásadně závislý na jejich příjmu potravou. Vysoký obsah EPA a DHA v tuku mnoha druhů ryb (losos, tuňák, sled', sardinky) je připisován mořským řasám, které slouží jako jejich potrava. Dokáží totiž syntetizovat DHA a EPA a jsou tak důležité pro složení rybího tuku. Z mořských řas je také možno získat olej, který je obzvlášť bohatý na DHA (Kasper, 2015). Syntéza EPA a DHA z prekursoru ALA probíhá v játrech, ale její rychlost je velmi malá. Proto ani příjem velkých dávek ALA nevede k významnějšímu vzestupu obsahu EPA a DHA v těle (Kopecký, 2011).

Kyselina dokosahexaenová je hlavní součástí fosfolipidů zejména v šedé hmotě mozkové ve fosfatidyletanolaminu a fosfatidylserinu (méně ve fosfatidylcholinu) a málo v myelinu (EPA je přítomna jen ve stopových množstvích)(Trebatická, 2015), DHA je obsažena také v sítnici oka. V lidských neuronech DHA rovněž omezuje sekreci beta-amylouidu, zvýšeně tvořeného u Alzheimerovy choroby (Slíva, 2010).

Strava nebývá dostatečným zdrojem EPA a DHA, což je velkým problémem u žen v průběhu těhotenství, kdy se klade velký důraz na příjem DHA. Tato kyselina přispívá k normálnímu vývoji očí plodu a kojenců, k normálnímu vývoji mozku plodu v těle matky a u kojenců do 12 měsíců věku (Nevrlá, 2015).

#### **2.1.3 Zdroje EPA a DHA**

Přírodní zdroje obsahující tyto kyseliny jsou uvedeny již výše v textu 1.2.2. EPA a DHA se tedy vyskytují převážně v rybím tuku, v rybím mase. Odhaduje se, že EPA a DHA jsou v rybím oleji zastoupeny v poměru 2:3 (Vrablík, 2019). Množství omega-3 mastných kyselin v rybím oleji však závisí na životních podmínkách a krmivu ryb. V současnosti jsou v omezené míře dostupné potraviny, které jsou obohaceny o omega-3 mastné kyseliny, jako například margariny (s 5 g ALA a 0,24 g DHA na 100 g), vejce (180 mg DHA na 100 g), chléb (se 75 mg EPA/DHA na 100 g) nebo speciálně vyšlechtěný kapr (Kasper, 2015).

Moderní mikrotechnologie poskytují možnosti k získání zdrojů s vysokým obsahem omega-3 mastných kyselin. Jako příklad je možno uvést pomnožení přirozených kmenů již

zmiňovaných mořských řas, z nichž pak lze extrahovat olej. Olej z mikroskopické řasy *Ulkenia* sp. obsahuje zhruba 45% DHA. Má údajně příjemnou chuť i vůni, a proto se dá bez problémů používat jako přísada k potravinám. Další výhodou je nezávislost na rybách jako surovině, která může být kontaminována znečištěným prostředím vody. Při přiměřeně vysoké nabídce se DHA může konvertovat zpět na EPA. Při dostatečném přívodu proto může DHA pokrýt potřebu obou omega-3 mastných kyselin s dlouhým řetězcem (Kasper, 2015).

### 2.1.3.1 Přírodní zdroje EPA, DHA

Mezi přirozené zdroje kyselin EPA a DHA patří hlavně rybí tuk, rybí maso a vejce. Jedná se především o tuk ryb ze studených vod. V rostlinných tucích a v depotním tuku našich domácích zvířat se tyto kyseliny vyskytují jen v nízkých koncentracích (Kasper, 2015). Doporučuje se konzumace tučných ryb, jako jsou makrela, sled, losos, pstruh. Problémem v dnešní době je chov ryb v rybích farmách, neboť jim tam chybí přirozené zdroje omega-3 mastných kyselin. Je třeba tedy počítat se změněnou skladbou a koncentracemi mastných kyselin ve srovnání s rybami žijícími v přírodních podmínkách. Množství omega-3 mastných kyselin v tělním tuku ryb koreluje s množstvím těchto kyselin v potravě. Bohužel v dnešní době musíme brát také v úvahu znečištění vod, ve kterých ryby žijí a jsou loveny. Některé ryby mohou být kontaminovány methylrtuť. Pro většinu lidí tato sloučenina prakticky nepředstavuje zdravotní riziko. Výjimkou jsou nenarozené děti a malé děti – u nich může methylrtuť představovat riziko poškození nervového systému, obzvláště mozku. Mezi ryby s vysokým rizikem kontaminace se řadí hlavně dravé druhy, ryby velkých rozměrů a ryby staré. Je na místě vyhýbat se masu žraloka, mečouna a velkých sladkovodních dravých ryb (štika, candát, bolen). Naopak se doporučuje konzumace ryb s předpokládaným nízkým obsahem methylrtuti, jako jsou treska, mořská štika, hejk, losos, sardinky, krevety, kapr, šproty, ančovičky, sledi a pstruzi. Ale i tady existuje riziko, že doporučené tučné ryby obsahují kumulované dioxiny (Nevrlá, 2015).

*Tabulka č. 1: Živočišné zdroje omega-3 MK v g*

zdroj	množství/g	omega-3 MK	DHA	EPA
ančovička	100	1,05	0,49	0,45
tuňák	100	0,08	0,06	0,01
losos	100	0,54	0,14	0,14
sled	100	3,59	0,39	3,08
sardinky	100	2,78	1,02	1,05

treska	100	0,06	0,04	0,02
mořský vlk	100	0,37	0,14	0,10
krevety	100	0,09	0,05	0,04

Zdroj: [www.nutridatabase.cz/potraviny](http://www.nutridatabase.cz/potraviny)

Také množství a složení mastných kyselin ve žloutku slepičích vajec souvisí s kvalitou slepičího krmiva. Mají-li slepice možnost volného výběhu a jejich potrava obsahuje relativně velké množství např. čerstvé trávy nebo nejrůznějších semen, pak je obsah omega-3 mastných kyselin ve 100 g žloutku vyšší než 1700 mg. Jestliže se zvířata chovají v moderních slepičích farmách, dosahuje pouze 175 mg/100 g (Kasper, 2015).

Předpokládá se, že pračlověk konzumoval potravu relativně chudou na tuky, ale relativně bohatou na omega-3 mastné kyseliny. Změna nastala v souvislosti se zvyšující se konzumací tuků domácích zvířat, které jsou na tyto kyseliny chudé. Podle této představy lidský metabolismus orientovaný na zpracování potravy s vysokým obsahem omega-3 mastných kyselin se v průběhu relativně krátké doby dosud nestačil adaptovat na změny výživy vyvolané zemědělstvím a chovem domácích zvířat (Kasper, 2015).

V následujících tabulkách jsou uvedeny významné nutriční zdroje omega-3 mastných kyselin.

*Tabulka č. 2: Složení mastných kyselin vybraných olejů a tuků (v %)*

tuk/olej	nasycené	trans-MK	mononenasycené	omega-3	omega-6
řepkový olej	8	1	61	9	20
slunečnicový olej	12	1	25,5	0,5	61
lněný olej	11	1	18	53	17
sójový olej	16	1	23	7	53
olivový olej	15	0	75	1	9
palmový olej	50	0,5	40	0	9,5
palmojádrový olej	82	0	14	0	4
kokosový tuk	90	0	7	0	3
vepřové sádlo	41	1	49	1	8
mléčný tuk	67,5	2,5	27	0,5	1,5



hovězí lůj	50	4,5	40	0,5	5
kuřecí tuk	41	1	37	1	20
rybí tuk	28	0	52	15	5
kakaové máslo	60	0	38	0	2

Zdroj: Brát, 2018

*Tabulka č. 3: Rostlinné zdroje ALA (omega-3 MK) v g/100g*

zdroj	druh	ALA g/100g
oleje	lněný	53,3
	řepkový	8,20
	z vlašských ořechů	10,71
	sójový	7,40
ořechy a semena	vlašské ořechy	7,86
	lněná semínka	16,69
	semena řeřichy	6,74
	chia semínka	16,6
	sezamová semínka	0,75
zrna	ovesné klíčky	0,07
	kukuřice	0,05
	rýže - otruby	0,2
luštěniny	čočka červená	0,15
	fazole červená	0,68
	hrachová mouka	0,11
zelenina	sója zelená syrová	3,2
	sója zralá vařená	2,1

	chaluhy	0,8
	ředkev bílá	0,06
ovoce	jablka	0,03
	avokádo	0,08
	jahody	0,11
	maliny	0,13

Zdroj: [www.nutridatabase.cz/potraviny](http://www.nutridatabase.cz/potraviny)

V současné středoevropské stravě dochází ke zvýšení poměru příjmu omega-6 : omega-3 MK z původního poměru 1:1 až na současných 10-20:1. Společnost pro výživu stanovila, že by tento poměr měl být max. 5:1. Protože je tento poměr výrazně větší ve prospěch omega-6 MK, je třeba navýšit příjem omega-3 MK (Kasper, 2015). V následujícím přehledu bude uvedeno několik potravin, jejichž konzumace by měla zaručovat příznivý poměr obou kyselin.

*Tabulka č. 4: Potraviny z hlediska doporučeného poměru omega-3 : omega-6 MK*

potravina	poměr omega-3 : omega-6 MK
lněné semínko	4 : 1
chia semínko	3 : 1
konopné semínko	1 : 3
vlašské ořechy	1 : 4

Zdroj: [www.nutridatabase.cz/potraviny](http://www.nutridatabase.cz/potraviny), [www.dtest.cz](http://www.dtest.cz), [www.celostnimediceina.cz](http://www.celostnimediceina.cz)

V tabulkách jsou uvedeny potraviny, které jsou zdrojem esenciálních polynenasycených mastných kyselin. Bylo by třeba je pravidelně zařazovat do jídelníčku, aby jejich konzumace pokryla doporučené množství těchto MK. Správně sestavený jídelníček by měl sloužit k dosažení žádaného efektu. Problém nastává v okamžiku, kdy v jídelníčku dlouhodobě chybí zdroje polynenasycených mastných kyselin. Jednou z cest, jak jejich deficit nahradit, je také užívání doplňků stravy s obsahem omega-3 mastných kyselin.

Tabulka č. 5: Ukázka vhodného jídelníčku s doporučeným příjmem tuků

	jídlo	množství tuku (g)
snídaně	ovesná kaše (30 g ovesných vloček, 250 ml mléka)	6
přesnídávka	ovocný salát z hroznového vína, pomeranče, grapefruitu, jablka 200 g	0,55
oběd	hovězí maso se zeleninou a těstovinami	12
svačina	kefírové mléko polotučné 150 ml	3,15
večeře	zapečený pstruh s jablky, vařené brambory, salát z čínské zelí	6
	celkový příjem tuků	27,7
	doporučený denní příjem	30 - 35

Zdroj: www.mojemedicina.cz

### 2.1.3.2 Doplnky stravy v evropském potravinovém právu

Problematicke potraviny z hlediska jejich nutriční hodnoty a vlivu na zdraví člověka je věnována pozornost v rámci EU. Nařízení Evropského parlamentu a Rady č.1924/2006 ES, které vstoupilo v platnost v roce 2007, zavedlo pojmy výživová a zdravotní tvrzení. Přímě se přitom dotýká doplňků stravy a dalších funkčních potravin, které se objevily ve volném prodeji lékáren v průběhu 90. let 20. století. Doplnky stravy je nutno chápat jako speciální kategorii potravin a nemají nahrazovat léčiva. Mají nicméně své místo v aktivní péči člověka o své zdraví, pomáhají udržet zdravotní stav na dobré úrovni.

Uvedené nařízení je platné pro všechny členské státy EU. Výživová tvrzení se týkají označování potravin a reklamy. Mají vliv na to, co si můžeme přečíst na obalech potravinových výrobků. Zjednodušeně řečeno – jedná se o tvrzení, co daná potravina obsahuje nebo naopak neobsahuje. V nařízení např. najdeme, za jakých podmínek se mohou používat tvrzení, že je kupř. výrobek bez cukru, s nízkým obsahem energie, že je bohatým zdrojem vápníku (výrobek označovaný jako zdroj vitamínů a minerálních látek by měl obsahovat alespoň 15% stanovené doporučené dávky pro dospělé). V souvislosti s doplňky stravy s obsahem omega-3 MK musí výrobek, který je označen jako zdroj omega-3 MK, mít nejméně 0,3 g ALA/100 g a nejméně 40 mg EPA+DHA/100 g. Výrobek, který nese označení „s vysokým obsahem omega-3 MK“, musí obsahovat nejméně 0,6 g ALA/100 g a nejméně 80 mg EPA+DHA/100 g (Stránský, 2015).

Nařízení z roku 2007 pracuje také s pojmem zdravotní tvrzení. Můžeme jej definovat jako tvrzení, ze kterého vyplývá, že existuje souvislost mezi určitou potravinou nebo její složkou a lidským zdravím. Podle tohoto dokumentu se definují zdravotní tvrzení dvojího druhu. První kategorií jsou tvrzení běžného typu, jako např. vitamin C je důležitý pro správnou funkci imunitního systému. Druhá kategorie je zásadní novinkou. Jedná se o přísněji posuzovaná zdravotní tvrzení, která odkazují na snížení rizika onemocnění a týkají se vývoje a zdraví dětí. Neznamená to ale, že by bylo možné přisuzovat potravinám (doplňkům stravy) vlastnosti prevence a léčby onemocnění. Tato tvrzení upřesňují hranice mezi léčivy a potravinami.

Evropská unie si vytkla za cíl shromáždit veškerá doposud používaná zdravotní tvrzení a provést jejich vědecké zhodnocení na základě dosud známých informací. Tímto

úkolem byl pověřen Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA). Po vyhodnocení byl vydán závazný seznam povolených a neschválených tvrzení. Evropská komise měla za úkol stanoviska EFSA zpracovat do závazných seznamů, kterými se musí výrobci potravin řídit, pokud chtějí zdravotní tvrzení používat. Kladnou stránkou tohoto právního procesu je, že pomůže lépe se orientovat v problematice doplňků stravy a dalších potravin.

Na základě nařízení 432/2012/EU a 536/2013/EU jsou uvedeny položky, které se týkají schválených zdravotních tvrzení EFSA pro DHA/EPA:

1) DHA přispívá k udržení normální hladiny triglyceridů v krvi

Podmínky používání tohoto tvrzení - u potravin, které zajišťují přívod 2 g DHA/den a obsahují DHA v kombinaci s EPA, u doplňků stravy se nesmí překročit celkový přívod 5 g kombinace EPA+DHA/den a nesmí být používáno u potravin určených pro děti.

2) DHA/EPA přispívají k udržení normálního krevního tlaku

Podmínky používání tohoto tvrzení - pouze u potravin, které zaručují přívod 3 g EPA+DHA/den. Spotřebitel musí být navíc informován, že při užívání nesmí překročit přívod 5 g DHA/EPA za den. Toto tvrzení nesmí být použito u potravin pro děti.

3) DHA/EPA přispívají k udržení normální hladiny triglyceridů v krvi.

Podmínky používání jsou shodné jako u prvního výše uvedeného bodu.

4) EPA a DHA přispívají k normální funkci srdce.

K dosažení benefitu by spotřebitel měl užívat 250 g EPA a DHA/den.

V souvislosti s doplňky stravy s obsahem omega-3 MK uvádí EFSA tato neschválená tvrzení:

1) DHA a EPA - mají uklidňující účinky, navozují pocit pohody a vytvářejí prostor pro příznivý vývoj dítěte, pomáhají podporovat zrakové funkce, duševní vývoj, schopnost soustředění, mentální výkonnost, schopnost učení.

2) Omega-3 MK DHA/EPA - rybí olej z mořských ryb a olej z tresčích jater - pomáhá udržovat pohyblivost a flexibilitu kloubů, snižuje ranní ztuhlost kloubů.

3) Optimální poměr kyseliny  $\alpha$ -linolenové a kyseliny linolové v dietě 1/5 - 1/8 pro dobře vyváženou funkci těla a imunitního systému.

4) Omega-3 MK DHA/EPA - pomáhají regulovat úroveň krevního cukru a tím ovlivňují glykémii.

5) Omega-3 MK s dlouhým řetězcem EPA a DHA - pomáhají udržet optimální úroveň HDL-cholesterolu, což je důležité pro udržení zdravého srdce a cév.

6) Rybí olej/omega-3 MK - mohou pomoci kontrolovat a regulovat krevní lipidy a tím podpořit funkci srdce.

O uvedená zdravotní tvrzení by se měli zajímat především výrobci potravin a doplňků stravy. Ale ani prodejci doplňků stravy by je neměli opomíjet při jejich inzerci a propagaci. Neměli by zcela automaticky přebírat tvrzení od výrobců, případně od distributorů, protože mají právní zodpovědnost za pravdivost informací.

Přestože jsou pro doplňky stravy s obsahem DHA a EPA schválená některá zdravotní tvrzení, v posledních letech se jejich význam a účinek přehodnocuje a některé studie poukazují na jejich neúčinnost. Při jakémkoliv doporučení doplňků stravy je zapotřebí lidem zdůraznit, že by měli upřednostňovat přirozené zdroje omega-3 MK ve stravě.

### **2.1.3.3 Doplňky stravy s obsahem EPA, DHA**

Jak již bylo několikrát zmíněno, kromě přirozených zdrojů omega-3 mastných kyselin je možno využít při suplementaci doplňky stravy s obsahem PUFA. Na trhu je jich nepřeberné množství, jsou běžně k dostání v lékárnách, specializovaných prodejnách, drogeriích atd. V této bakalářské práci je vytvořen seznam doplňků stravy s obsahem omega-3 mastných kyselin, užívaných pacienty/klienty lékárny, v níž probíhal průzkum k praktické části práce.

Dle legislativy (Zákon č.110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích) jsou doplňky stravy definovány jako potravina, jejímž účelem je doplňovat běžnou stravu a která je koncentrovaným zdrojem vitamínů a minerálních látek nebo dalších látek s nutričním nebo fyziologickým účinkem, obsažených v potravině samotné nebo v kombinaci; je určena k přímé spotřebě v malých odměřených množstvích. Označování, obchodní úprava, balení a reklama nesmí doplňkům přisuzovat vlastnosti týkající se prevence, léčby nebo vyléčení lidských onemocnění nebo na tyto vlastnosti odkazovat. Dále nesmí obsahovat žádné tvrzení uvádějící nebo naznačující, že vyvážená a pestrá strava obecně nemůže poskytnout dostatečné množství vitamínů anebo minerálních látek. Z této definice vychází i vyhláška č.58/2018 Sb., o doplňcích stravy a složení potravin, která má odstranit duplicitu ustanovení, jež jsou upravována předpisy EU a převádí směrnici Evropského parlamentu a Rady 2002/46/ES o sbližování právních předpisů členských států týkajících se doplňků stravy (Bezpečnost potravin, [b.r.]).

Doplňky stravy se před jejich prvním uvedením na trh České republiky oznamují na Ministerstvo zemědělství, odbor ochrany veřejného zdraví. Zasílá se česky psaný text etikety (včetně povinných informací), který bude uveden na obale výrobku. Na provozovatele potravinářského podniku uvádějícího na trh doplňky stravy se také vztahuje povinnost informovat příslušné dozorové orgány, tedy Státní zemědělskou a potravinářskou inspekci, o příjmu vybraných druhů potravin z jiného členského státu EU nebo ze třetí země dle požadavků. Pro splnění informační povinnosti není nutné přikládat výsledky jakýchkoli testů či kontrol nezávadnosti a ani v rámci notifikace nepodléhají doplňky stravy ze strany resortu Ministerstva zemědělství žádnému schvalovacímu procesu. Za bezpečnost výrobku včetně splnění požadavků právních předpisů a označování

plně odpovídá provozovatel potravinářského podniku, uvádějící doplněk stravy na trh (Bezpečnost potravin, [b.r.]).

## 2.2 Význam a funkce omega-3 a omega-6

Prekurzorem vícenenasycených mastných kyselin omega-6 je kyselina linolová (LA). Jejími hlavními metabolickými produkty jsou kyselina gama-linolenová (18:3 n-6), dihomogama-linolenová (20:3 n-6) a kyselina arachidonová (AA) (20:4 n-6), v menší míře jsou to kyselina adrenová (22:4 n-6) a dokosapentaenová (22:5 n-6). Vysoký obsah PUFA omega-6 mají olej sójový, slunečnicový, pupalkový, saflorový olej z genetické variety světlice barvířské, olej z hroznových jadérek, z máku setého, semínek brtnáku a černého rybízu. Nižší obsah je typický pro olej z pšeničných klíčků, kukuřice, vlašských ořechů, semen bavlníku a sezamu.

Vícenenasycené omega-6 mastné kyseliny jsou aktivátory receptorů PPAR, jejichž metabolický účinek se projevuje zvýšením syntézy cholesterolu, zvýšenou aktivitou LDL-receptorů, zvýšenou aktivitou cholesterol 7 $\alpha$ -hydroxylázy a sníženou konverzí VLDL na LDL. Příjem PUFA omega-6 vede k poklesu celkového cholesterolu, LDL-C a HDL-C a ke zvýšené oxidaci a oxidabilitě částic LDL. Jako ligandy PPAR-gama zvyšují inzulinovou sensitivitu, mění distribuci tuků a velikost adipocytů (Tvrzická, 2009a).

Již zmíněný metabolický produkt kyseliny linolové, kyselina arachidonová, se může v malém množství syntetizovat v organismu člověka z LA pomocí desaturačních a elongačních enzymů (Trebatická, 2015). Z kyseliny arachidonové se tvoří prostaglandiny 2. třídy a leukotrieny 4. třídy. Tyto působky pak mají téměř opačné účinky než působky vytvořené z PUFA omega-3 (bronchokonstrikční, proinflamatorní, protrombotické) (Grofová, 2010). Prostaglandiny a leukotrieny odvozené z AA jsou často syntetizovány jako odpověď na určitý akutní stav (úraz, stres), zatímco působky odvozené z EPA modulují účinky prostaglandinů odvozených z AA (obvykle ve stejné cílové buňce) a také se tvoří pomaleji. Prostaglandiny odvozené z EPA tlumí účinky zvýšených hladin prostaglandinů odvozených z AA. Jejich přiměřená produkce pravděpodobně chrání před srdečním infarktem, mozkovou příhodou a dále před některými zánětlivými onemocněními (artritida, lupus, astma). EPA potom prostřednictvím svých mono- a trihydroxy derivátů snižuje produkci prozánětlivých cytokinů (např. IL-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$ ). Potlačení produkce eikosanoidů odvozených z PUFA omega-6 pomocí PUFA omega-3 je pravděpodobně způsobeno soupeřením obou řad PUFA o společné enzymy, které se účastní elongace a desaturace LA na AA (Tvrzická, 2009b).

Hlavním místem syntézy AA a DHA z LA a ALA jsou játra. Zde se ukládají do VLDL v podobě triacylglycerolů (TAG). Z TAG se uvolňují účinkem lipáz. Cirkulující mastné kyseliny AA a DHA se přenáší krví navázané na albumin, případně na glycerolfosfolipidy lipoproteinů. Do nervových buněk přechází přes HEB pasivní difuzí. Mozek má jiné zastoupení lipidů než krev. Také distribuce mastných kyselin je odlišná od ostatních orgánů a krve. V mozku je totiž relativně málo LA a ALA. DHA se může syntetizovat i v mozku, ale rychlost v porovnání s játry je nízká. Zabudování DHA/EPA do membrán neuronů je v kompetici se zabudováním AA. DHA v buněčné membráně neuronů ovlivňuje mnohé její vlastnosti: tloušťku dvojvrstvy, volný objem acylových

řetězců, teplotu fázového přechodu, tvorbu lipidových mikrodomén zodpovědných za modulaci a integraci přenosu signálu (Trebatická, 2015).

Membrány neuronů jsou složeny z glycerofosfolipidů, sfingolipidů, cholesterolu a bílkovin. Složení membrán neuronů výrazně ovlivňuje jejich vlastnosti a tím i vlastnosti celých buněk, funkci mozku a centrálního nervového systému. DHA v membráně neuronů ovlivňuje její fluiditu. Pod pojmem fluidita membrány se rozumí volnost pohybu hydrofobních řetězců mastných kyselin ve fosfolipidové dvojvrstvě. DHA tak ovlivňuje aktivitu integrálních membránových proteinů, iontových kanálků a neurotransmiterových receptorů.

Změna ve fluiditě membrány znamená i změnu vlastností membrány a její funkce, jako je hustota, vazebná afinita neurotransmiterů a neurohormonů, hlavně serotoninu, noradrenalinu, dopaminu. Zlepšení fluidity membrány všeobecně souvisí se snížením poměru nasycených fosfolipidů k nenasyceným, sfingomyelinu ku fosfatidylcholinu, cholesterolu ku fosfolipidům. Fluiditu membrány více zvyšují nenasycené mastné kyseliny a snižují nasycené mastné kyseliny a cholesterol. A polynenasycené mastné kyseliny s delším řetězcem také více fluidizují membránu než mastné kyseliny s kratším řetězcem (potřebují totiž víc prostoru pro kývavý pohyb hydrofobního řetězce v membráně). Kromě toho delší mastné kyseliny zabudované v membráně (např. DHA) přispívají k větší velikosti lipoproteinových částic LDL a HDL, které se považují za neaterogenní. Dále se z kyseliny EPA a DHA syntetizují tzv. resolviny a protektiny, které blokují tvorbu zánětlivých prostaglandinů (Trebatická, 2015).

### **2.2.1 Nutriční význam omega-6 mastných kyselin**

Mezi zástupce omega-6 vícenenasycených mastných kyselin patří především již zmíněná kyselina linolová (LA) a její metabolity. Její jméno pochází z řeckého slova "linon", což znamená len. To odkazuje na její výskyt ve lněném oleji. Ve své molekule obsahuje dvě dvojné vazby, díky čemuž je řazena mezi nenasycené mastné kyseliny.

Mezi omega-6 mastné kyseliny patří kyselina arachidonová (AA), která je převažující součástí membránových fosfolipidů a kterou si může organismus v malém množství syntetizovat z kyseliny linolové (Elmadf, 1995). Kyselina arachidonová je substrátem pro mediátory zánětu - eikosanoidy tromboxan A<sub>2</sub>, prostaglandin E a leukotrien B<sub>4</sub>, které vznikají působením enzymů lipoxigenázy a cyklooxygenázy. Čím více kyseliny arachidonové jakožto výchozího substrátu je k dispozici, tím více uvedených eikosanoidů se syntetizuje (Kasper, 2015).

Zdroje bohaté na AA jsou potraviny živočišného původu, např. vaječný žloutek (300 mg/100 g), vepřové sádlo (1700 mg/100 g), tuňák (280 mg/100 g), kravské mléko s 3,5 % tuku (4 mg/100 g) telecí maso (53 mg/100 g). V západních průmyslových zemích se konzumují ve vyšší míře živočišné potraviny s obsahem asi 200 – 400 mg kyseliny arachidonové denně. Při vegetariánsky orientované stravě se jedná naproti tomu zhruba jenom o 50 mg denně. Protože se kyselina arachidonová ve srovnání s jinými mastnými kyselinami metabolizuje pomaleji, kumuluje se v buněčných membránách rychleji. Při naprostém hladovění a při vegetariánské výživě se však již po několika málo dnech koncentrace AA v krevních lipidech snižuje. Příznivé účinky hladovění a vegetariánské

výživy lze v podstatě vysvětlit snížením syntézy eikosanoidů podporujících zánětlivé děje (Kasper, 2015).

Dodatečný příznivý vliv má vegetariánská výživa formou přívodu kyseliny linolové, a ten bývá většinou vysoký. Ačkoli se tato polynenasycená mastná kyselina může prodloužením řetězce a desaturací přeměnit na kyselinu arachidonovou, probíhá tato přeměna při vysokém přívodu kyseliny linolové (vyšším než 10 g denně) pouze v nepatrném rozsahu, protože kyselina linolová inhibuje enzym delta-6-desaturazu, nutný k prodloužení řetězce.

Kyselina di-homo- $\gamma$ -linolenová je meziprodukt při přeměně LA na AA. Zmíněná kyselina se konzumuje jako složka zcela určitých tuků, např. pupalkového oleje, brutnákového oleje, oleje ze semen černého rybízu, proto je její příjem omezen pouze na uvedené produkty. Při perorálním podávání uvedených olejů se tato kyselina v organismu nahromadí a zůstává k dispozici pro syntézu eikosanoidů série 1 (Kasper, 2015).

### 2.2.2 Význam poměru nenasycených omega-3 a omega-6 mastných kyselin

Kyselina linolová i alfa-linolenová (prekurzory omega-6 a omega-3 mastných kyselin) jsou esenciální. Názory na jejich optimální příjem nejsou jednotné. Důležitou roli hraje poměr omega-6 ku omega-3 mastným kyselinám.

Výživová doporučení stanovila, že by tento poměr měl být max. 5:1. Ve stravě v západních průmyslově vyspělých zemích je asi 10:1 až 20:1 v závislosti na regionálních a sociálních rozdílech, a je tedy od žádoucího poměru 5:1 výrazně posunut ve prospěch omega-6 mastných kyselin. Pro dosažení optimálního poměru je tedy třeba snížit přísun omega-6 a navýšit příjem omega-3.

Kyselina linolová i  $\alpha$ -linolenová soutěží o tentýž enzymový systém při jejich metabolizaci na kyselinu arachidonovou, resp. EPA a DHA. Větší množství omega-3 mastných kyselin s dlouhým řetězcem se proto mohou vytvářet jen tehdy, jestliže příjem kyseliny linolové není nadměrný, tj. pouze při žádoucím poměru koncentrací 5:1 (Kasper, 2015).

Zvýšení poměru příjmu omega-6 ku omega-3 ve stravě se může podle některých zdrojů přičítat dramatické změně způsobu stravování. Hlavním zdrojem potravy u našich předků před průmyslovou revolucí v polovině 19. století byly listová zelenina, ovoce, bobule, ryby a libové maso (např. zvěřina). Potrava obsahovala jen málo obilnin a sacharidů a sladilo se medem. Na tento typ stravy byla zařízena lidská genetická výbava, která řídila v tomto kontextu metabolismus člověka. V posledních 150 letech se projevuje významný odklon od potravy, na kterou byl lidský organismus po tisíc let geneticky naprogramovaný a adaptovaný. Výrazně se také proměnilo složení tuků v potravě. Zvýšil se příjem omega-6 mastných kyselin a poměr omega-6 ku omega-3 se změnil z původního 1:1 až na 10-20:1. Na rozdíl od našich dávných předků, kdy 90% potravy tvořila velmi široká škála různých rostlin, jsou dnes hlavní složkou potravy cereální zrna, hlavně pšenice, kukuřice, rýže. Tyto změny ve stravování vedly a vedou k rozvoji a nárůstu onemocnění, jako jsou kardiovaskulární a nádorová onemocnění, onemocnění GIT, diabetes mellitus, psychické poruchy (Třebatická, 2015).



### 2.2.3 Nutriční význam a využití omega-3 mastných kyselin

Je nezpochybnitelné, že tuky tvoří nedílnou součást výživy. Nelze na ně pohlížet jen jako na zásobník energie, ale i jako na zdroj mnoha nutričně významných látek. Z hlediska chemického složení jsou z 99% tvořeny triacylglyceridy. Ty jsou zdrojem mastných kyselin obsažených ve fosfolipidech, zbytek tvoří nezmýdelnitelné součásti (steriny, fytosteriny, cholesterol, vitamíny rozpustné v tucích, antioxidanty a aromatické látky tvořící chuť). Právě tyto látky jsou často opomíjeny, ačkoli mají význam pro mnohé biologické reakce (Elmadf, 1995).

Epidemiologické studie dávají tuky často do souvislosti s vysokým rizikem kardiovaskulárních onemocnění, výskytem nádorových onemocnění a řady zánětlivých onemocnění. Je třeba konstatovat, že na tuky (hlavně polynenasycené mastné kyseliny) je třeba nahlížet z výživově fyziologického hlediska z více pohledů a ne jen jako na energetické zdroje. V dalších kapitolách se tato práce zabývá účinky omega-3 mastných kyselin na lidský organismus a zdraví.

#### 2.2.3.1 Účinky omega-3 na kardiovaskulární systém

Vysoký podíl tuků společně s vysokým příjmem cukrů ve stravě je jedním z hlavních rizikových faktorů současné výživy v průmyslových zemích (western diet). Snížení příjmu tuků na méně než 30% celkového energetického přívodu by představovalo významné zlepšení výživy z hlediska onemocnění kardiovaskulárního systému, ale naopak by mohlo vést k navýšení příjmu cukru, což představuje větší riziko. Správnou cestou se tedy jeví úprava složení tuků ve výživě. Redukce by měla proto postihnout především tuky obsahující nasycené mastné kyseliny. Důležitá je optimalizace vztahu mezi vícenenasycenými omega-3 a omega-6 mastnými kyselinami. Trendem současnosti je zvýšení celkového přívodu tuků a tím i množství energie a změnil se také poměr nasycených a vícenenasycených omega-6 a omega-3 mastných kyselin v tucích (Kasper, 2015).

Po dobu mnoha tisíciletí, kdy se utvářel metabolismus člověka, se vzájemné poměry mastných kyselin v potravě velmi značně lišily od situace známé dnes. Nasycené a vícenenasycené omega-6 a omega-3 byly zastoupeny zhruba stejným dílem. Pravidelná konzumace divoce žijících zvířat dříve zaručovala relativně vysoký přívod omega-3 mastných kyselin s dlouhým řetězcem. Podíl tuku na celkovém energetickém přívodu býval zhruba jen 20%, zatímco dnes je to v průměru kolem 40%, přitom 10-15% připadá na omega-6 mastné kyseliny, 1-2% na omega-3 mastné kyseliny a zbytek na nasycené a mononenasycené mastné kyseliny (Kasper, 2015).

Vysoká konzumace vícenenasycených omega-6 mastných kyselin snižuje koncentraci sérového cholesterolu a tak brání vzniku aterosklerotických cévních onemocnění, je třeba však zmínit i jejich prozánětlivý účinek. Vysoký podíl omega-3 mastných kyselin zase snižuje agregaci trombocytů a pravděpodobně chrání i před vznikem kolorektálního karcinomu (Kasper, 2015). Dříve se protektivní účinek přičítal výhradně omega-6 mastným kyselinám, zejména kyselině linolové (obsažené v rostlinných klíčcích). Později se však podařilo prokázat, že se tento příznivý účinek dá nalézt u omega-

3 mastných kyselin, a to v ještě větší míře (platí to pro kyseliny EPA a DHA, bohatě obsažené v rybím tuku, pro kyselinu alfa-linolenovou z rostlinných zdrojů, tato ALA se musí přeměnit na biologicky účinnou EPA). U člověka probíhá přeměna pomaleji než u jiných živočišných druhů (je to dáno rozdílným enzymovým vybavením). Protektivní účinek EPA se často podceňoval, protože její nabídka z rostlinných zdrojů je omezená. Některé studie (Vyjídák, 2017) nakonec prokázaly ústup incidence srdečních infarktů i letality na srdeční infarkt v závislosti na výši konzumace triglyceridů s vysokým podílem ALA (Kasper, 2015). Další studie doložily, že při pravidelné vysoké konzumaci ALA je incidence ICHS relativně nízká. V intervenčních studiích s úspěšnou sekundární prevencí ICHS byla ALA účinná v dávkách 1,8 – 2 g denně, EPA a DHA byly naproti tomu v primární prevenci úmrtí na ICHS účinné již v dávce od 250 mg/den a výše (Kasper, 2015).

Omega-3 mastné kyseliny mají příznivé účinky na metabolismus lipoproteinů, na funkci trombocytů a vůči hypertenzi. Tím snižují riziko ICHS i poruch srdečního rytmu. To platí pro EPA obsaženou v rybím tuku i rybím mase. Význam antiarytmického účinku omega-3 mastných kyselin byl obzvlášť zřetelný u pacientů s ICHS a u pacientů po srdečním infarktu. Ve studii GIS-SI se podařilo každodenním podáváním 850 mg omega-3 mastných kyselin z rybího tuku u lidí po infarktu dosáhnout 20% snížení celkové úmrtnosti a 45% snížení úmrtnosti náhlou srdeční smrtí. Antiarytmický účinek je dán asi změnami funkce iontových kanálů po začlenění omega-3 mastných kyselin do buněčných membrán myokardu (Kasper, 2015).

Zvýšená konzumace rybího oleje či doplňků s obsahem EPA a DHA je součástí většiny odborných doporučení pro prevenci kardiovaskulárních příhod. Existuje velké množství laboratorních, experimentálních i klinických studií, které sledovaly vliv podávání omega-3 mastných kyselin na hladiny rizikových faktorů, funkci cévní stěny, ale i na výskyt koronárních příhod a iktů a také na celkovou a kardiovaskulární úmrtnost (Vrablík, 2007). Prospěšnost konzumace ryb (současně i rybích olejů) je známá dlouhou dobu a byla dokládána epidemiologickými studiemi. Bylo prokázáno, že dieta bohatá na rybí pokrmy příznivě ovlivňuje kardiovaskulární systém.

Zajímavé informace přinesla studie DART, která sledovala dva roky muže po akutním infarktu myokardu. Ve skupině, která byla poučena a zvýšila příjem ryb tak, že příjem EPA a DHA byl přibližně 900 mg denně, poklesla mortalita o 29% a incidence reinfarktu o 32% ve srovnání s kontrolní skupinou (Vrablík, 2007).

V roce 2006 byly publikovány studie, ve kterých bylo zkoumáno podávání EPA a DHA ve formě doplňků stravy i rybích jídel. Bylo zjištěno příznivé ovlivnění kardio- i cerebrovaskulární mortality i výskytu příhod. Tento efekt se více projevil u osob v sekundární prevenci a byl patrný při dávkování 0,3- 4,8 g denně. Bylo však také prokázáno, že vliv na jednotlivé rizikové faktory srdečně cévních onemocnění je závislý na dávce a většinou se začíná projevovat až při podávání 2 a více gramů EPA a DHA denně (Vrablík, 2007).

Dlouho panovala představa, že hlavní nositelkou příznivých vlastností rybího oleje je jen EPA. Bylo však zjištěno, že obě kyseliny působí rozdílně na jednotlivé rizikové faktory aterosklerózy (lipidy, krevní tlak, srdeční frekvenci, známky zánětu) a ve svém působení se vhodně doplňují. Tyto mastné kyseliny mají rozdílné hemodynamické a potencionálně antiaterogenní účinky. DHA se zatím jeví jako účinnější ve snižování

krvního tlaku, ovlivňování destičkové funkce, zvyšování DHL a vlivu na endoteliální funkci ve srovnání s EPA (Vrablík, 2007).

Další významnou studií byla studie JELIS, která sledovala japonskou populaci s hyperlipidemií, mnozí měli v anamnéze vaskulární příhody. Pacienti byli léčeni buď samotným statinem, nebo kombinací statinu s 1,8 g EPA denně. Po pěti letech byl výskyt sledovaných ukazatelů (úmrť, revaskularizace, nestabilní anginy pectoris, infarktu myokardu) ve skupině léčené statinem i EPA o 19% nižší ve srovnání s monoterapií statinem. Největší prospěch z podávání EPA zaznamenali pacienti v primární prevenci, kteří při zařazení do studie měli vyšší hodnoty triglyceridů a nízkou koncentraci HDL cholesterolu (Vrablík, 2019). Dospělo se tak k závěru, že pravidelná konzumace ryb hraje důležitou úlohu v prevenci KVS chorob a při konzumaci jednou až dvakrát týdně snižuje koronární riziko. Rovněž podávání rybího tuku snižuje riziko kardiální mortality u pacientů po infarktu (3 g omega-3 ve formě rybího tuku) a riziko uzávěru koronárního bypassu (4 g omega-3 mastných kyselin denně ve formě rybího tuku) a kardiální riziko při hyperlipoproteinémii (1-4 g denně) (Kasper, 2015).

Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) provedl řadu vědeckých posouzení zdravotních tvrzení týkajících se prospěšnosti polynenasycených mastných kyselin s dlouhým řetězcem. Dospěl k závěru, že k dosažení žádoucích zdravotních účinků pro udržování krevního tlaku a hladiny triglyceridů je dostatečný denní příjem EPA a DHA v rozmezí 2-4 g pro zachování normální funkce (EFSA, 2012).

### **2.2.3.2 Účinky na imunitní systém**

Vícenenasycené mastné kyseliny mají různé účinky na imunitní i zánětlivé procesy. Patří mezi intracelulární a intercelulární mediátory. Omega-3 mastné kyseliny inhibují proliferaci lymfocytů, produkci protilátek a cytokinů, expresi adhezivních molekul, aktivitu NK buněk a apoptózu. Mají spíše inhibiční účinky na imunitní systém, zatímco omega-6 mastné kyseliny mají jak inhibiční, tak i aktivační účinky. V dnešní době je nejvíce poznatků o kyselině arachidonové, která je oxidována na eikosanoidy (prostaglandiny, leukotrieny a tromboxany), a ty jsou mediátory zánětu. Bylo zjištěno, že polynenasycené mastné kyseliny mají vliv na fagocytózu, na produkci reaktivních kyslíkových radikálů, na tvorbu cytokinů, ovlivňují migraci leukocytů a zasahují do antigenní prezentace makrofágů. Význam mastných kyselin v imunitních funkcích zkoumaly mnohé klinické studie, zaměřené na zlepšení stavu pacientů při podávání doplňků s jejich obsahem. Byly popsány i mechanismy, které vysvětlují ovlivňování imunitní odpovědi polynenasycenými mastnými kyselinami, jako jsou změna fluidity buněčné membrány, změny signálních transdukčních drah, regulace genové transkripce, acylace proteinů a kalciových iontů (Pompéia, 2000).

Důležitou úlohu hrají mastné kyseliny v procesu zánětu. Primárně je to obranný a hojivý proces, ale v případě dlouhotrvající či nadměrné aktivity imunitního systému může nevratně poškodit tkáň. Mezi mechanismy, které tlumí a pomáhají ukončit zánět, patří mnohé solubilní působky (cytokiny, chemokiny, lipidové mediátory), stejně tak buněčné interakce inhibičního charakteru. Představiteli lipidových mediátorů odvozených z omega-3 mastných kyselin jsou resolvin, protektin, maresin a 14, 21-dihydroxyDHA. Tyto mediátory zeslabují zánětovou odpověď, podporují také její ukončení, vstřebání zánětem

vzniklého exudátu, a to zvýšením aktivity fagocytózy a makrofágů. Prekurzory lipidových mediátorů se do místa zánětu dostávají extravazací stejně jako leukocyty, takže v místě zánětu je dostatečné množství substrátu na syntézu protizánětlivých mediátorů. Přeměna je katalyzována enzymy COX-2 a LOX, které jsou aktivovány intracelulárním kontaktem i pomocí působků (cytokiny, růstové faktory, součásti bakteriálních membrán).

Resolviny jako lipidové mediátory dělíme na resolviny E a resolviny D podle substrátu, ze kterého vznikají. Obě skupiny mají silné protizánětlivé a ochranné účinky a jejich receptory jsou sdružené s G-proteiny (Holmannová, 2012).

E resolviny se syntetizují z EPA za účasti COX-2 nebo cytochromu p450. Nejprve vzniká meziprodukt, ten je přeměněn na resolin E. Funkce resolinů E je pak podmíněna stimulací receptorů (ChemR23, BLT1). Receptory ChemR23 jsou potom exprimovány na nezralých dendritických buňkách, makrofázích, NK buňkách, endotelu, adipocytech. Stimulací receptoru pak dochází např. k syntéze TNF- alfa. Co se možného klinického využití týká, výzkumy prováděné na myších modelech potvrzují možnost využití resolinů E u ischemicko-perfuzního poškození ledvin i u akutního infarktu myokardu. Výrazný léčebný efekt se pak projevil u chronické periodontitidy vyvolané *Porphyromonas gingivalis*. Topické podávání resolinu E1 vykazovalo vyšší účinnost než podávání kortikosteroidů. Potlačilo zánět, stimulovalo dokonce obnovu ztracené kostní tkáně. Uplatňuje se i v případě alergického zánětu (Holmannová, 2012).

Substrátem pro syntézu D resolinů je DHA. Tyto resolviny působí inhibičně na leukocyty a hlavně na neutrofile. Inhibice migrace neutrofilů je podpořena i působením D resolinů na endotelie, kde snižuje syntézu prozánětlivých cytokinů a expresi adhezivních molekul. Stejně jako resolviny E mají resolviny D pozitivní vliv na ischemicko-perfuzní poškození ledvin. Ischémie přispěje ke zvýšení cirkulujícího DHA v místě poškození, které koreluje s produkcí resolinů D. Ty potom ochraňují tkáň před poškozujícím zánětem a fibrotizací. Receptory pro resolviny D jsou GPR32 a ALX. Nacházejí se na povrchu makrofágů a ty pak stimulují k fagocytóze. Bylo zjištěno, že podávání syntetického resolinu D2 snižuje tvorbu IL-17, IL-1beta, IL-10, prostaglandinů i leukotrienů. Významné také je, že D2 zvyšuje vychytávání a zabíjení *E. coli* a jiných bakterií. Pokud je resolin D podáván společně s ciprofloxacinem, je dosaženo vyléčení s mnohem menší dávkou antibiotik. Stejného výsledku bylo dosaženo i u kožní infekce *S. aureus*. Resolviny D mají schopnost tlumit bolest doprovázející zánět desenzitizací nociceptivních vaniloidních a ankyrinových receptorů. Resolin D1 navíc zvyšuje aktivitu IgM a IgG, podporuje jejich diferenciaci do plazmatických buněk (Holmannová, 2012).

Dalšími lipidovými mediátory jsou maresiny, které vznikají enzymatickou konverzí DHA makrofágy. Vlastnostmi se maresiny podobají resolinům. Inhibují migraci makrofágů a posilují fagocytózu apoptických buněk a mikrobiálních struktur, což vede k rychlejšímu návratu k homeostáze. Snižují oxidační stres a navíc i bolest provázející zánět inhibicí vaniloidního receptoru. Srovnáním maresinů s resolviny lze konstatovat, že maresiny jsou účinnější svým vlivem na neutrofile a tlumení zánětové odpovědi, včetně reparace tkání. Zajímavostí, která potvrzuje reparační schopnosti maresinů, je fakt, že podání maresinů ploštěnci *Planaria gonocephala* dokáže zvýšit jejich regenerační schopnosti, včetně regenerace odstraněné hlavové části (Holmannová, 2012).

Nedávno objeveným lipidovým mediátorem z DHA je 14, 21-dihydroxyDHA. Uplatňuje se v hojení ran akutních i chronických. Na jeho syntéze se podílí 12-LOX a cytochrom p450, jejichž zdroji jsou hlavně makrofágy, které se nacházejí v periferní tkáni v místě poranění. Přesné působení na rány bylo pozorováno na myším modelu. V případě podání stereoisomeru 14S,21-diHDHA došlo k rychlejšímu vzniku granulační tkáně, reepitelizaci a nárůstu vaskularizace až o 80% oproti kontrolnímu vzorku.

Další významnou funkcí je snižování hypoglykemií indukované syntézy volných kyslíkových radikálů a zvýšení syntézy IL-10. Z uvedeného vyplývá, že největší uplatnění bude mít tento mediátor v případě terapie chronických nehojících se ran typických pro diabetes, v jehož případě jsou funkce makrofágů často narušeny a tvorba tohoto mediátoru je snížena (Holmannová, 2012).

Omega-3 mají vliv na reaktivitu imunitních buněk a zasahují tak mnoha mechanismy do signálních cest zánětu s ovlivněním transkripčních faktorů a tím produkce prozánětlivých cytokinů. Jejich účinek s potlačením zánětu je imunomodulační. Je známo, že imunomodulační účinek je součástí komplexního protinádorového mechanismu omega-3 mastných kyselin. Příkladem může být karcinom žaludku, u kterého byl prokázán chemoprotektivní efekt rybího oleje, daný mj. i rychlejší eradikací infekce *Helicobacter pylori* (Neuwirthová, 2016).

Jak je patrné, protizánětlivý účinek se váže hlavně na DHA. Dlouhodobá aplikace rybího oleje nebo koncentrátu PUFA omega-3 vede k posílení imunitního systému u dětí, a to i u zdravých jedinců. Další studie dokonce uvádějí, že u dětí, jejichž matky v těhotenství dostávaly dietu obohacenou o omega-3 mastné kyseliny s vitamínem E, byl nižší výskyt alergických projevů. Dlouhodobé podávání omega-3 mastných kyselin vede ke zkrácenému průběhu zánětlivých procesů a ke sníženému počtu postchirurgických komplikací. Byl také prokázán příznivý vliv na revmatoidní artritidu a autoimunitní nemoci (lupus erythematosus, nefropatie). Někteří autoři se také domnívají, že omega-3 mastné kyseliny omezují nebo zpomalují karcinogenezi mj. tím, že snižují riziko chronických zánětů (Vyhnánková, 2007).

### **2.2.3.3 Účinky na nervovou soustavu**

V posledních letech se dostává do popředí zájmu úloha vícenenasycených mastných kyselin v oblasti psychiatrie a neurologie. Centrální nervový systém má rozdílné zastoupení lipidů než jiné tkáně. Také distribuce mastných kyselin je odlišná od ostatních orgánů a krve. V mozku je v porovnání s ostatními tkáněmi relativně málo LA a ALA a více nasycených kyselin s 18 uhlíky a méně s 16 uhlíky. Z omega-3 mastných kyselin je zastoupena hlavně DHA v šedé hmotě mozkové ve fosfatidyletanolaminu a fosfatidylserinu a menší množství v myelinu, ale EPA je přítomna jen ve stopovém množství (Třebatická, 2015, s. 219). Nejvíce této látky je obsaženo v mozkových membránách, kde zvyšují jejich fluiditu a tím i přenos signálu mezi neurony. Nedostatek DHA a dalších omega-3 kyselin zhoršuje komunikaci mezi neurony. U novorozenců bylo zjištěno, že vyšší zralost jejich CNS souvisí s vyšší plazmatickou hladinou omega-3 mastných kyselin u matek v těhotenství (Jiráček, 2007).

Některé epidemiologické studie uvádějí úlohu omega-3 mastných kyselin v prevenci a léčbě psychických poruch, jako jsou depresivní porucha, hyperkinetická

porucha aktivity a pozornosti (ADHD) a schizofrenie. U dětí může nedostatek základních složek potravy, mezi nimiž figurují omega-3 mastné kyseliny, vyústit v poruchy správného fyzického a duševního vývoje (Trebatická, 2015).

Duševní poruchy jsou uváděny na třetím místě mezi chorobami způsobujícími invaliditu. Deprese se stává druhou nejrozšířenější chorobou po KVO ve světě. Odborníci z International Society for Nutritional Psychiatry Research označili současnost za období, kdy se rozpoznal význam výživy a výživových doplňků v psychiatrii, a podpořili názor o hlavní úloze diety pro fyzické a mentální zdraví (Trebatická, 2015).

V literatuře popsaná studie (Trebatická, 2015) z roku 1998 objevila nepřímý vztah mezi konzumací ryb a roční prevalencí depresivní poruchy. Z jiných prací vyplývá, že konzumací ryb jsou na prevenci před depresí citlivé ženy a nikoli muži. Také byl popsán vztah mezi porušením rovnováhy omega-6/omega-3 mastných kyselin a depresí. Ze studií vyplývá, že podávání EPA a DHA má pozitivní účinek na psychické poruchy, např. prodlužuje remisi a snižuje riziko relapsu u pacientů s bipolární poruchou. Bylo prokázáno, že u pacientů s depresí a bipolární afektivní poruchou byly opakovaně zjištěny nízké hladiny omega-3 mastných kyselin, které navíc negativně korelovaly se závažností symptomů nemoci. Dle některých studií jsou lidé s nízkou hladinou omega-3 mastných kyselin impulzivnější a naopak lidé s jejich vysokou hladinou tolerantnější a mají menší sklon k depresi (Jiráček, 2007, s. 424). Nepřímým důkazem pak mohou být práce, které poukazují na nižší výskyt afektivních poruch v oblastech s vyšší konzumací ryb a mořských plodů. Přitom účinné jsou doplňky, které obsahují víc než 60% EPA. Přesná odpověď na otázku, proč je účinnější EPA v porovnání s DHA, není známa, ale mohla by souviset s protizánětlivým účinkem EPA (Trebatická, 2015).

Řada studií poukazuje na vzájemný vztah mezi duševní poruchou a somatickým zdravím, kdy jednotlivé složky metabolického syndromu a další přidružená onemocnění mohou pacienta predisponovat k rozvoji depresivní epizody. Důvod časté koexistence těchto patologií nejspíš souvisí s netypicky probíhajícím zánětem, s nárůstem hladin prozánětlivých cytokinů, který je společný pro duševní i metabolická onemocnění. To je podstatou tzv. zánětlivé hypotézy, pomocí níž je vysvětlován vznik a rozvoj deprese a možnost zapojení zánětu do patofyziologie neuropsychiatrických symptomů. Studie podporující tuto hypotézu uvádějí výskyt vyšších hladin mediátorů zánětu (IL-1beta, IL-6, CRP, TNF-alfa) u depresivních pacientů. Některé studie uvádějí navození depresivního chování u pacientů užívajících cytokinovou imunoterapii. Podávání interferonu alfa vede k symptomům deprese. A naopak řada studií sleduje možný pozitivní vliv přídatné terapie nesteroidními antirevmatiky u depresivních pacientů (Kotolová, 2019).

Jedním z hlavních problémů v léčbě depresivních poruch je farmakorezistentní deprese. Významnou kapitolou je podpůrná léčba nutraceutiky, které mají obecně malé riziko nežádoucích účinků. Mezi slibné látky, kterým byla věnována pozornost v odborných studiích, patří S-adenosin-L-methionin, vitamin D, hořčík, kyselina listová a velmi diskutovaným tématem je pak terapie s použitím polynenasycených mastných kyselin (Kotolová, 2019).

Také v etiopatogenezi schizofrenie hrají polynenasycené MK svou úlohu. Pomocí metody magnetické rezonanční spektroskopie byla v nervových buňkách zjištěna snížená hladina omega-3 a omega-6 PUFA. Následkem toho je nedostatečné množství

membránových fosfolipidů, v nichž jsou uloženy receptory pro neurotransmitery. Tento nedostatek zhoršuje vazebné funkce receptorů. Kromě toho se mastné kyseliny a jejich deriváty přímo účastní buněčných signálních mechanismů. Klinické studie poukázaly na příznivý efekt podávání EPA v terapii schizofrenie.

Nedostatek omega-3 a omega-6 mastných kyselin se může projevit rozvojem ADHD, autismu, dyslexie, dyspraxie a jiných vývojových poruch. U pacientů s těmito poruchami totiž bývá zjištěn nedostatek PUFA. Tyto polynenasycené MK jsou významným faktorem pro zrání kognitivních funkcí a jejich deficit se může podílet na vzniku a rozvoji těchto poruch (Třebatická, 2015).

Nižší obsah DHA v séru představuje rizikový faktor vzniku Alzheimerovy choroby. Bylo zjištěno, že u těchto pacientů je nižší obsah především DHA nejen v séru, ale také v mozku. DHA dodávaná v dietě snižuje hromadění beta-amyloidu, který je hlavním patologickým proteinem u Alzheimerovy nemoci. Lidé konzumující tučné mořské ryby vykazovali menší riziko výskytu této choroby. Framinghamská studie uvádí, že denní příjem 180 mg DHA snižuje o 50% riziko demence a makulární degenerace.

Pro pacienty s Parkinsonovou chorobou je charakteristický výskyt hlavní degenerativní bílkoviny alfa-synucleinu. Rotterdamská studie sledovala riziko vzniku choroby v souvislosti s příjmem nenasycených mastných kyselin a bylo zjištěno, že jejich příjem snižuje toxicitu uvedené bílkoviny a tím i riziko vzniku této choroby (Jiráček, 2007).

Doplňky stravy nebo stravu bohatou na omega-3 mastné kyseliny nelze považovat za plnohodnotnou náhradu užívaných psychofarmak, jde však o vhodné doplnění stávající terapie. Pokud jsou podávány s některými psychofarmaky, mohou zlepšovat jejich efekt (např. antidepresiva). Tyto skutečnosti se projevují i v aktuálních guidelines pro terapii duševních poruch. Suplementace omega-3 mastných kyselin je jako jedna z doplňkových možností zmíněna např. v doporučených postupech u deprese pro praktické lékaře, v doporučených postupech psychiatrické péče (konkrétně pro terapii Alzheimerovy choroby a schizofrenie) nebo některých zahraničních guidelines (Kotolová, 2019).

#### **2.2.3.4 Prenatální vývoj a kojení**

Výživa těhotných a kojících žen je velmi důležitá a odvíjí se od ní budoucí zdraví matky i dítěte. Strava by měla být kvalitní a měla by obsahovat dostatečné množství všech živin. Přitom vícenenasycené mastné kyseliny patří k nepostradatelným živinám během těhotenství s ohledem na vyvíjející se plod a poté i během kojení. Jsou potřebné pro mozek, nervy, imunitní systém, srdce, oči, cévy. Podporují mentální vývoj dětí, jejich paměť, schopnost soustředit se. EPA a DHA mohou být v těle tvořeny z ALA v játrech, avšak tato přeměna je účinná jen asi z 10% a v případě těhotných je absolutně nedostatečná. Příjem těchto kyselin ve formě ryb je proto velmi důležitý. Velký důraz se u těhotných žen klade zejména na přívod DHA, které bývá ve stravě obvykle nedostatek.

EFSA schválila zdravotní tvrzení týkající se PUFA během těhotenství a při kojení. DHA přispívá k normálnímu vývoji zraku kojenců do 12 měsíců věku. Příjem DHA z těla matky přispívá k normálnímu vývoji mozku a očí plodu v jejím těle a pak i u kojenců vyživovaných mateřským mlékem. EFSA doporučuje přívod u těhotných a kojících 350-450 mg DHA + EPA/den, toto množství splňuje konzumace 1-2 porcí tučných mořských ryb za týden (Nevrlá, 2015).

V těhotenství a v období kojení je tedy potřeba omega-3 mastných kyselin zvýšena. V prvním trimestru těhotenství by se mělo podávat navíc 0,05 g, ve druhém a třetím trimestru 0,16 g a v období kojení 0,24 g omega-3 mastných kyselin denně. V poslední třetině těhotenství se v mozku plodu ukládají především mastné kyseliny s dlouhým řetězcem, hlavně AA a DHA. Pro míru obohacení těmito kyselinami je rozhodující DHA-status těhotných žen (Kasper, 2015).

U dospělých jedinců probíhá v játrech syntéza DHA z ALA přes EPA a je potřebný přívod esenciální ALA. U dětí 6 měsíců věku tento mechanismus neprobíhá, protože jejich játra ještě nedokážou dobře syntetizovat. Jsou tedy zcela závislé na příjmu DHA v mateřském mléce. Denní doporučená dávka DHA dle FAO/WHO je alespoň 0,2% DHA v tuku mateřského mléka. Nedávná studie CZVP-SZÚ (Ruprich, 2018) odhaluje, že asi polovina matek v ČR má nízkou hladinu DHA v mateřském mléce. Pouze 50% matek dosáhlo hranice 0,2%, jak stanovuje doporučení FAO/WHO. U matek, které kojí dítě ve stáří 6-24 měsíců, se doporučuje konzumovat denně potraviny s obsahem 350-450 mg EPA a DHA, aby se kompenzovaly ztráty oxidací a akumulací v tuku dítěte. Jiné odborné zdroje doporučují, aby se obsah DHA v tuku mateřského mléka pohyboval dokonce mezi hodnotami 0,3-1,0%. V roce 2007 byla publikována studie, která hodnotila složení mateřského mléka. Průměrná koncentrace DHA byla tehdy zjištěna ve výši 0,32-0,22%. Vyšší hodnoty byly zaznamenány u přímořských populací, které konzumují více ryb a mořských plodů (Ruprich, 2018). V dnešní době je třeba brát v úvahu znečištění vod, ve kterých ryby žijí a jsou loveny. Některé mohou být kontaminovány např. methylrtuť, dioxiny. Pro většinu lidí se tímto zdravotní riziko znatelně nezvyšuje, ale horší je to u nenarozených dětí a malých dětí, u nichž může dojít k poškození nervového systému. Hlavně pro těhotné ženy se nedoporučuje např. konzumace divoce žijících lososů a sledů z Baltského moře, jejichž kontaminace bývá vysoká.

Otázkou účinků omega-3 mastných kyselin se doposud věnovalo mnoho studií. Systematické přehledy přinesly důkazy o tom, že příjem ryb a omega-3 mastných kyselin chrání proti poruchám imunity (např. přecitlivělost na alergen, atopie, alergie a astma u dětí). V poslední době také některé studie dávají do souvislosti hladinu vitamínu D v těhotenství a po narození a jeho potenciální preventivní účinky proti atopii. Tyto účinky je třeba dále zkoumat vzhledem k tomu, že se omega-3 mastné kyseliny v rybách a rybím oleji nacházejí společně právě s vitamínem D. Je otázkou, zda tyto dvě živiny s potenciálně podobnými účinky nemohou nějakým způsobem zkreslovat pohled na tuto problematiku. Tato možná spojitost poukazuje na to, že je vždy velmi složité samostatně posuzovat účinky jednotlivých živin. Je třeba brát v úvahu nejen složení jednotlivých potravin, ale i celkovou skladbu stravy (Nevrlá, 2015).

### **2.2.3.5 Protinádorová terapie**

Omega-3 mastné kyseliny získané z rybího oleje mají vliv na zdravotní stav pacientů, a to i v oboru onkologie. Běžný západní styl stravy obsahuje nadbytek omega-6 mastných kyselin, které interferují se zdravotními přínosy omega-3 mastných kyselin, neboť soutěží o stejná vazebná místa a enzymové systémy. Aby se projevil protinádorový účinek omega-3 mastných kyselin, je potřeba současně snížit konzumaci opačně působících omega-6 mastných kyselin.



Některé studie prokázaly, že přirozeně se vyskytující EPA a DHA z rybího oleje působí v organismu různými mechanismy, např. inkorporací do buněčných membrán se změnou jejich struktury a funkce, vazbou na receptory a přímé ovlivnění genové exprese, tvorbou specifických tkáňových mediátorů, tzv. resolvinů, protektinů a maresinů, které ovlivňují mnohé buněčné procesy. Jejich efekt je protizánětlivý, proresorpční, ale i antikachetický, antitrombotický, kardioprotektivní, neuroprotektivní aj. V posledních letech byly navíc popsány některé mechanismy přímého protinádorového působení.

Většina živočišných tuků je zdroji, které při konzumaci ve vysokém množství podporují vznik některých druhů nádorů, zatímco rybí olej u stejných nádorů působí opačně, tedy preventivně. Jako příklad možno uvést karcinom prsu, prostaty, u kterých byly zjištěny rozdíly ve výskytu v jednotlivých populacích. Tyto rozdíly se zdají být kromě dalších faktorů podmíněny i odlišnostmi ve stravě. Vysoké procento zastoupení těchto onemocnění v USA a státech v Evropě ve srovnání s Asií je do značné míry závislé na stravovacích zvyklostech v těchto zemích. Tato skutečnost byla vysledována na základě nárůstu jejich výskytu u asijské populace přistěhovalců v USA vlivem změny jídelníčku. Pro populaci Eskymáků je sice charakteristická vysokotučná strava, ale hlavním zdrojem tuků je rybí olej a dlouhodobě se u nich vyskytlo méně nádorů prsu a prostaty (Neuwirthová, 2016).

Při zkoumání mnoha modelů karcinomů bylo zjištěno, že ke kancerogenezi přispívá zánětlivé prostředí a urychluje ji a že protizánětlivé látky mohou tento proces utlumit. Kromě známého protizánětlivého působení byly však u omega-3 mastných kyselin zjištěny i přímé protinádorové účinky. Omega-3 mastné kyseliny působí v organismu mnoha mechanismy jak samy o sobě, tak prostřednictvím tvorby specifických tkáňových mediátorů. Experimentální studie in vitro i in vivo na modelech různých druhů karcinomů prokázaly inhibice proliferace a aktivace apoptózy nádorových buněk, vliv na mezibuněčné spojení, inhibice angiogeneze, invazivity a tvoření metastáz, v neposlední řadě příznivé imunomodulační působení. Zajímavé je, že protinádorový efekt omega-3 mastných kyselin se ukazuje být selektivní na nádory, nepoškozuje tedy zdravé buňky organismu (Neuwirthová, 2016).

Omega-3 mastné kyseliny se mohou navázat do membránových fosfolipidů, čímž se změní permeabilita a flexibilita membrán. Následkem toho se změní aktivita membránových receptorů i mnoha klíčových signálních soustav. Příkladem mohou být receptory spřažené s G-proteinem, toll-like receptory (TLR-4), tyrosinkinázové receptory (receptor pro epidermální růstový faktor - EGFR), iontové kanály. Receptor EGFR je sledován jako důležitá struktura pro růst nádoru i jako cíl některých protinádorových léků. Omega-3 mastné kyseliny mění strukturu lipidových raftů buněčných membrán a snižují výskyt cholesterolu v nich. To vyvolá další změny, mezi nimiž je i snížení množství EGFR receptorů na povrchu buněk. Snížení zastoupení EGFR receptorů v membránách nádorových buněk má působením omega-3 mastných kyselin vliv na vyvolání jejich apoptózy (Neuwirthová, 2016). V důsledku působení těchto kyselin byla nalezena jak nižší aktivace EGFR, tak i nižší aktivace Ras proteinu, který je intracelulárním přenašečem a hraje úlohu v proliferaci i metastázování buněk. Omega-3 mastné kyseliny jsou schopny změnit exprimované množství membránových receptorů, ale na některé receptory jsou schopny také tvořit vazby jako ligandy. Mezi tyto receptory patří receptor aktivovaný

peroxizomovými proliferátory (PPAR-gama). Aktivátory těchto receptorů se mohou stát protinádorovými látkami díky svému vlivu na buněčnou proliferaci, diferenciaci a přežívání. Z dalších faktorů kancerogeneze je také ztráta funkce tzv. gap junctions tvořících membránový komunikační systém sousedících buněk. Buňka po přerušení těchto mezibuněčných spojení ztrácí kontrolu z okolí a může se tím projevit její onkogenní potenciál. Dále je možné, že omega-3 mastné kyseliny mají schopnost snížit adhezivitu nádorových buněk (Neuwirthová, 2016).

Z dalších účinků omega-3 mastných kyselin lze uvést jejich podíl na utlumení iniciační fáze translace onkogenních proteinů z mRNA, zástavu buněčného cyklu a tím i růstu nádorových buněk. Zvýšená exprese proteinů regulujících proces zahájení translace vede k neoplastické transformaci buněk skrze vyšší expresi proteinů, jako c-myc, cyklin D1. Zvýšená exprese iniciačního faktoru translace byla zaznamenána např. u karcinomu hlavy a krku, kolorekta, prsu, močového měchýře a lymfomů. Experimentální studie ukázaly, že omega-3 mastné kyseliny jsou schopny inhibovat zahájení procesu translace mRNA a snížit tak expresi onkogenních proteinů. Nádorové buňky jsou tímto mechanismem blokovány v G1 fázi a vykazují vyšší stupeň apoptózy. Jejich účinky se liší a závisí na tom, z jakých polyenových mastných kyselin vznikají. Z omega-6 mastných kyselin vzniká PGE2, který podporuje zánět i kancerogenezi. Příjem omega-3 mastných kyselin kompetitivním způsobem vytěsňuje z buněčných membrán AA a inhibuje enzym COX-2, který katalyzuje vznik PGE2. Vytěsnění omega-6 mastných kyselin z membrán a inhibice enzymů působících prozánětlivě je jedním z důležitých mechanismů protinádorového působení omega-3 mastných kyselin (Neuwirthová, 2016). Patologicky zvýšená exprese COX-2 byla zachycena v souvislosti s vývojem celé řady nádorů, např. karcinomů plic, prsu, žaludku, hlavy a krku, pankreatu, mozku, melanomů. Navíc je známo, že inhibitory COX-2 zabraňují progresi adenomů do adenokarcinomů u pacientů s familiární adenopolypozou střev a působí chemopreventivně v rámci prevence nádorů. Studie opět upozorňují, že pro projevení nejen protinádorových účinků je potřeba současně snížit příjem opačně působících omega-6 mastných kyselin (Neuwirthová, 2016).

Mezi další možné přímé protinádorové mechanismy omega-3 mastných kyselin patří účinek na metabolismus mevalonátu, respektive na pokles jeho syntézy a tím vliv na proliferaci buněk. Zajímavým chemopreventivním mechanismem je zásah do metabolismu estrogenu a testosteronu vlivem omega-3 mastných kyselin, čímž se může snížit riziko vzniku karcinomu prsu a prostaty (Neuwirthová, 2016).

Role omega-3 mastných kyselin byla zkoumána také u dalších procesů - indukce oxidačního stresu v buňkách, zvýšená citlivost k lipidové peroxidaci, při chemoterapii a radioterapii onkologických pacientů. Tyto kyseliny se inkorporují do buněčných membrán, kde ovlivňují mnoho signálních soustav. Zároveň se ale zvýšením obsahu polynenasycených mastných kyselin stávají buňky citlivější k chemoterapii a radioterapii. Membrány jsou tak vulnerabilnější vůči oxidačnímu stresu a v takovém prostředí byl zaznamenán vyšší stupeň apoptózy nádorových buněk. Zvýšená citlivost k léčbě byla popsána jak u chemoterapie, tak i u radioterapie. Vlivem podávání omega-3 mastných kyselin dochází k vyššímu stupni lipoperoxidace a apoptózy. Mutace proapoptických genů, jako je např. p53, je jedním ze sledovaných markerů vyšší malignity u mnoha tumorů. I při

mutaci p53 prokázaly omega-3 mastné kyseliny protinádorový efekt skrze indukci mitochondriálního oxidačního stresu.

Protože působí omega-3 mastné kyseliny přímým protinádorovým účinkem i prostřednictvím chemo- a radiosenzitizací, zkoušejí se různé kombinace se současnými léčivými. Zlepšení efektu onkologické léčby při podání omega-3 mastných kyselin bylo popsáno při radioterapii a na příkladu chemoterapeutik, jako jsou doxorubicin, epirubicin, 5-fluoruracil, cisplatina, oxaliplatina, tamoxifen, gemcitabin, ale i při cílené léčbě inhibitory EGFR (Neuwirthová, 2016).

Velmi dobrý efekt na zlepšení výsledku léčby a přežití u onkologických pacientů prokázala nutriční podpora a tzv. imunonutrice. Úprava stravy má významný vliv i v rámci prevence nádorů u zdravé populace. Udává se, že pouze dietárními faktory je preventabilních až 40% všech nádorů. Například nádory zažívacího traktu, jako jícnu, žaludku a kolorekta, jsou dietárními faktory preventabilní až ze 75%. Velmi významný je i efekt stravy na řadu nádorů mimo GIT. Nádory prsu, endometria jsou dietárními faktory preventabilní až z 50%, nádory plic až ze 30%. Pro onkologické indikace jsou omega-3 mastné kyseliny předmětem studií v rámci tzv. chemoprevence (Neuwirthová, 2016).

Bylo zde popsáno několik cest protinádorového účinku omega-3 mastných kyselin. Klinický výzkum se teprve rozvíjí, ale už nyní se zdají být omega-3 slibné jak v prevenci, tak i v kombinaci s onkologickou léčbou na základě jejich synergistického účinku s radioterapií, chemoterapií i cílenou léčbou. Některé studie cíleně sledovaly souvislost mezi konzumací rybího oleje a výskytem nádorů, ale přinesly kontroverzní výsledky. Proto je nutné rozlišovat zdroje ryb (relativně vysoká koncentrace omega-3 mastných kyselin je v tučných divokých rybách studených vod, jako jsou losos, makrela, sardinka, sled' apod., kdežto ryby teplých vod či farmářsky chované mají buďto málo tuku s nízkým obsahem omega-3 mastných kyselin, anebo dokonce převažují opačně působící omega-6 mastné kyseliny). Účinek je také závislý na dávce omega-3 mastných kyselin, na poměru vůči omega-6 a na některých dalších faktorech.

Aby se farmakonutriční účinky omega-3 mastných kyselin projevily, je vhodné doporučit i další opatření ve smyslu současného snížení konzumace jiných tuků, neboť bylo dokázáno, že dokonce ještě více než samotná dávka má na výsledný efekt vliv vlastní poměr omega-3 vůči omega-6 mastným kyselinám (Neuwirthová, 2016).

### **2.2.3.6 Další možné terapeutické účinky**

#### **Revmatická onemocnění kloubů**

Mechanismy vzniku revmatických onemocnění jsou známy jen nedostatečně. Za zánětlivé reakce kloubů s otokem, zčervenáním, bolestmi a zvýšením teploty jsou odpovědné cytokiny a eikosanoidy jakožto mediátory zánětu. Již delší dobu se považuje výživa za jeden z faktorů, které ovlivňují jak vznik, tak průběh revmatických onemocnění. Incidence choroby se zvyšuje v zemích se západním způsobem výživy. Strava bohatá na maso a tuky vznik těchto onemocnění usnadňuje. Jejich rozvoj také ovlivňuje genetická dispozice, revmatická onemocnění patří do skupiny autoimunitních poruch. Existence genetické dispozice spolu s dalšími faktory uvolní imunologické reakce zaměřené proti

tkáním těla vlastním. Tyto probíhající reakce jsou vyvolány imunokompetentními buňkami a odpovídají reakcím při zánětech. Na rozvoji zánětlivých reakcí se podílejí jejich mediátory, které vznikají z kyseliny arachidonové. Významným cílem dietetické léčby je proto snížení syntézy těchto mediátorů. Byl pozorován příznivý účinek hladovění a vegetariánské výživy na zánětlivé pochody v kloubech, což je připisováno absenci nebo jen nepatrnému obsahu kyseliny arachidonové v potravě. Dochází proto ke snížení tvorby eikosanoidů. Změny metabolismu kyseliny arachidonové a snížená syntéza mediátorů zánětu (leukotrienu B4) mají pro terapeutické účinky hladovění i výživy bohaté na potraviny z ryb zásadní význam.

V zanícených kloubech se jako přednostní mediátory zánětu vyskytují eikosanoidy (tromboxan A2, prostaglandin E2, leukotrien B4). EPA kompetitivně inhibuje přeměnu AA na eikosanoidy a snižuje tak syntézu prozánětlivých látek.

Je nutno zdůraznit, že rybí tuk je bohatý na omega-3 mastné kyseliny s dlouhým řetězcem. Jeho konzumace inhibuje syntézu mediátorů zánětu. Terapeutický účinek rybího tuku je proto tím větší, čím nižší byl přívod AA již před začátkem léčby (Kasper, 2015).

### **Systémový Lupus Erythematoses**

Systémový Lupus Erythematoses (SLE) je také autoimunitní choroba s různými klinickými projevy, jako jsou zánět, abnormality krevních cév, usazování imunokomplexů, a ty jsou asociovány s protilátkami zaměřenými proti buněčným komponentům. Již koncem osmdesátých let minulého století poukazovaly klinické studie na vztah mezi omega-3 mastnými kyselinami a SLE. Byly popisovány příznivé účinky při podávání omega-3 mastných kyselin, zahrnující zlepšení endotelových funkcí, snížení aktivity onemocnění nebo mediátorů zánětu. Další studie popisovala denní příjem EPA 162 mg a DHA 144 mg, který měl vliv na prodloužení remise onemocnění. EPA a DHA dokážou potlačit proliferaci T lymfocytů i produkci IL-1, IL-2 a TNF- $\alpha$ . Zlepšení stavu u této autoimunitní choroby je také přisuzováno zvýšené produkci TGF- $\beta$ 1 a IL-4, které dokážou redukovat tvorbu prozánětlivých cytokinů, např. IL-2. Některé studie poukazují, že podání omega-3 mastných kyselin by mohlo zmírnit projevy SLE a dokonce zpomalit progresi tohoto onemocnění (Li et al., 2019).

### **Roztroušená skleróza**

Roztroušená skleróza (RS) je chronické autoimunitní onemocnění a už od jeho počátku dochází jak k demyelinizaci, tak i k porušení axonů. Začíná nejčastěji mezi 20.-40. rokem života. Postupně s délkou trvání nemoci narůstá neurologický deficit. Rychlost progresu je možno současnou moderní imunomodulační a imunosupresivní léčbou výrazně zpomalit, nikoliv však zastavit. U nemocného se mohou objevit veškeré příznaky odpovídající poškození centrálního nervového systému (Vachová, 2008).

Omega-3 mastné kyseliny vzbuzují pozornost jako doplňková léčba hlavně pro svůj protizánětlivý, antitrombotický, antioxidační a imunomodulační efekt. Norská intervenční studie s pacienty, u nichž byla nově diagnostikována RS, poukazuje, že každodenní perorální podávání 0,9 g omega-3 mastných kyselin v rybím oleji společně s vitamíny

dokáže snížit počet náhlých zhoršení nemoci za rok (Langmaierová, 2016). Mezi dietní doporučení patří: zvýšení dávky vícenenasycených mastných kyselin a naopak snížení příjmu nasycených tuků, zvýšení přívodu vitamínů a stopových prvků (Svačina, 2008).

### **Úloha mastných kyselin v membráně spermií**

Plazmatická membrána spermií hraje primární roli při přichycení spermie na oocyt během fertilizace. V době klesající mužské plodnosti je předmětem studia biochemické složení membrány. Zásadní význam pro její funkci mají především lipidy, protože membrány spermií jsou složeny z fosfolipidů, glykolipidů a sterolů. Také obsahují neobvykle vysokou hladinu lipidů s ethericky vázanou mastnou kyselinou na prvním uhlíku glycerolu (plasmalogeny) a velké množství nenasycených mastných kyselin. Jsou zde zastoupeny i sfingomyeliny. Důležitou roli v procesu dozrávání spermií (kapacitace) hraje cholesterol. Po ukončení kapacitace se struktura i fluidita plazmatické membrány mění, dochází k uvolnění cholesterolu.

Mastné kyseliny, součásti fosfolipidů v biologických membránách, mají vliv na fluiditu, flexibilitu, integritu, propustnost a odolnost membrány vůči fyzikálním a chemickým vlivům. Na druhou stranu jsou lipidy hlavním substrátem lipoperoxidace, která může být důsledkem některých funkčních poruch spermií. Pro jejich pohyblivost jsou důležité prostaglandiny a leukotrieny, jejichž prekurzory jsou vícenenasycené mastné kyseliny.

DHA je hlavní omega-3 mastná kyselina lidských spermií. Má zásadní význam v regulaci fluidity spermatické membrány a její obsah se zvyšuje při migraci spermie ze semenných kanálků do cauda epididymis. Díky vysokému počtu dvojných vazeb je DHA také hlavním substrátem pro peroxidaci, téměř z 90%. Oxidace DHA vázané ve fosfolipidové vrstvě je hlavním faktorem, který ovlivňuje životnost spermií in vitro a může vést ke ztrátě akrozomu a oxidaci DNA. Některé studie uvádějí, že hladina DHA v ejakulátu, spermiích i seminální plazmě byla menší u mužů s nižší pohyblivostí spermií než u normozoospermiků. Stále ale není úplně jasné, jak se DHA může podílet na regulaci pohyblivosti lidských spermií.

Peroxidace lipidů je definována jako oxidativní poškození PUFA, hlavně těch, které obsahují více než dvě dvojně vazby. Spermie jsou jedinečné svou strukturou, funkcí a náchylností k poškození lipoperoxidací. Nejsou schopny napravit poškození způsobené nadměrnou produkcí reaktivních sloučenin kyslíku (ROS). Postrádají antioxidační enzymy v cytoplazmě, které jsou zapotřebí pro obnovu membrány. Pokud množství ROS překročí kapacitu obranného antioxidačního systému, dochází k tzv. oxidačnímu stresu. Oxidační stres i produkce ROS mohou být zvyšovány životním stylem. Lipoperoxidací se fluidita membrány snižuje, inaktivují se membránové iontové kanály udržující iontovou homeostázu, mění se vlastnosti membrány a tak se snižuje její odolnost vůči okolnímu prostředí. Zvýšená propustnost membrány spermií vede ke ztrátě pohyblivosti a schopnosti oplodnění. Oxidační poškození membrány a DNA spermií je hlavním patologickým mechanismem, který je příčinou neplodnosti.

Současný životní styl u většiny pacientů způsobuje zvýšenou produkci ROS a je také snížen příjem přirozených antioxidantů. K redukci hladiny ROS a zlepšení

pohyblivosti a počtu spermií se využívají jak samotné antioxidanty, tak i esenciální mastné kyseliny v rybím tuku (Štramová, 2014).

## 2.3 Výživová doporučení

Na tomto místě je vhodné připomenout tuky jako základní složku výživy, přičemž je třeba je chápat jako významný zdroj energie. Podílejí se na udržování tělesné teploty a slouží jako mechanická ochrana vnitřních orgánů. Zajišťují v organismu vstřebávání vitamínů rozpustných v tucích, jsou nositelem různých ochranných látek (rostlinné steroly, antioxidanty), zabezpečují důležité buněčné funkce (esenciální mastné kyseliny - vznik některých hormonů, využití vitamínů rozpustných v tucích). Bez polynenasycených mastných kyselin, které jsou součástí buněčných membrán, by buňka nemohla existovat - nemohla by přijímat živiny a vylučovat metabolické produkty (Brát, Dostálová, 2011).

Zvýšený příjem tuků ve stravě s sebou přináší negativní důsledky v podobě nárůstu výskytu civilizačních chorob. V současnosti dochází k poznání, že kromě množství tuků vede k nárůstu obezity a jiných zdravotních obtíží snížená fyzická aktivita současné populace. Do popředí se dostává více otázka, jaké tuky jsou konzumovány a v jakém množství. Příjem optimálních množství je možno nalézt v různých mezinárodních doporučeních. Autoři studií diskutují o pozitivním i negativním smýšlení o tucích a upozorňují na to, že nikoli tuky, ale snížená fyzická aktivita současné populace vede k nárůstu obezity a z ní pak pramenících zdravotních problémů.

Jedním z diskutovaných aspektů je výše žádoucího přívodu tuků. V literatuře uvedené referenční hodnoty pro příjem živin 2019 D-A-CH (pro země Německo, Rakousko, Švýcarsko) udávají celkovou konzumaci tuků 30% z celkové energie dodané potravou. Podíl nasycených mastných kyselin by měl dosahovat nejvýše 1/3 energie dodávané ve formě tuků (odpovídá 10% celkové energie v potravě). Polynenasycené mastné kyseliny by měly představovat asi 7% celkové energie, pokud přívod nasycených mastných kyselin převyšuje hodnotu 10% celkem dodané energie. Doporučuje se zvýšený přívod kyseliny ALA, aby se poměr obsahu omega-6 a omega-3 snížil na poměr 5:1 (Kasper, 2015).

Doporučení EFSA i WHO udávají horní hranici doporučovaného příjmu tuků 35% celkové energie a preferují konzumaci nenasycených tuků a omezování tuků nasycených. Výživová doporučení pro obyvatelstvo ČR, vydaná Společností pro výživu, doporučují příjem tuků na úrovni 30-35% celkové energie. Jejich vyšší konzumace nesmí vést ke zvyšování hmotnosti, tj. celkový energetický příjem musí odpovídat energetickému výdeji (Brát, Dostálová, 2011).

Z hlediska laického pohledu na tuky lze rozdělit tuto skupinu živin na špatné a dobré tuky. Do první skupiny je možno zařadit tuky nasycené a trans mastné kyseliny. Mezi dobré tuky pak řadíme mastné kyseliny nenasycené (mononenasycené, vícenenasycené). Podle zprávy WHO (2003) by konzumace omega-6 mastných kyselin měla tvořit 5 - 8% denního energetického příjmu a u omega-3 mastných kyselin 1-2% (Brát, 2011).

Pokud chceme stanovit doporučený denní příjem mastných kyselin, musíme vzít v úvahu tyto skutečnosti. Jednak může doporučená hodnota vyjadřovat příjem tuků

odpovídající hodnotě, která je nutná pro základní potřeby organismu, a neprojeví se přitom žádné příznaky, které by vyplývaly z nedostatku živin. V literatuře uváděné vyšší doporučované hodnoty mohou být spojené s dílčím např. kardiovaskulárním účinkem. Proto se můžeme setkávat i s různými hodnotami, přičemž větší rozdíly mezi jednotlivými hodnotami výživových dávek lze zaznamenat na straně omega-6 mastných kyselin. WHO (2010) pro ně uvádí dvě doporučení. Nižší interval 2,5-3,5% energetického příjmu odpovídá prevenci příznaků nedostatečného příjmu, zatímco vyšší hodnota až do 9% energetického příjmu by měla sloužit k dlouhodobému udržování zdraví prostřednictvím snižování celkového a LDL-cholesterolu. EFSA (2010) nestanovila horní hranici příjmu omega-6 mastných kyselin pro nedostatek důkazů, že by vyšší konzumace souvisela se zvýšenými zdravotními riziky. Jádrem problému nespočívá ve vyšší konzumaci omega-6 mastných kyselin, ale v nízkém příjmu omega-3 mastných kyselin (Brát, Dostálová, 2011).

V popředí zájmu se v minulosti jevilo zachování příjmu určitého poměru omega-3 ku omega-6 PUFA. Krajiní stanovisko představoval názor, že tento poměr by měl být dodržován i v jednotlivých potravinách. Přitom se nebralo v úvahu, že rozhodující je celkový příjem jednotlivých živin, nikoliv jejich zastoupení v jednotlivém produktu (Brát, Dostálová, 2011).

EFSA posuzoval bezpečnost omega-3 mastných kyselin s dlouhým řetězcem a dospěl k závěru, že denní doplňkový příjem 5 g omega-3 nenasycených mastných kyselin s dlouhým řetězcem je u dospělých jedinců bezpečný. Vědecký panel pro dietetické výrobky, výživu a alergie (NDA) vydal vědecké stanovisko po přezkoumání údajů o možných nepříznivých účincích na lidské zdraví způsobených nadměrným příjmem omega-3 mastných kyselin. Omega-3 mastné kyseliny EPA a DHA hrají důležitou roli v růstu a vývoji mozku, podílejí se na regulaci krevního tlaku, funkci ledvin, srážení krve a zánětlivých a imunologických reakcích. Lze je nalézt v potravinách, jako jsou ryby a rybí olej, mléko a pěstované mořské řasy. Mohou se také přidávat do potravin nebo se konzumují ve formě potravinových doplňků. EFSA posoudil zdravotní tvrzení týkající se prospěšnosti příjmu omega-3 mastných kyselin a panel NDA došel k závěru, že k dosažení žádoucích zdravotních účinků, jako jsou udržování krevního tlaku a hladiny triglyceridů, je potřeba denní příjem EPA a DHA v rozmezí 2 až 4 g a příjem 250 mg denně je dostatečný pro zachování normální funkce srdce. Doplňkový příjem EPA a DHA až do výše 5 g/den podle názorů odborníků nezvyšuje riziko výskytu hlášených zdravotních účinků, jako jsou krvácení a poruchy regulace hladiny glukózy nebo poruchy imunitního systému. Sledovaný příjem těchto kyselin z potravin a doplňků stravy v populaci EU je podstatně nižší než 5 g denně. Spotřeba dospělých se v průměru pohybuje mezi 400 až 500 mg omega-3 mastných kyselin z potravin, děti spotřebují obvykle až 320 mg za den (Bezpečnost potravin, 2018). Global Recommendations for EPA and DHA Intake z roku 2014 doporučuje minimální denní dávky omega-3 mastných kyselin v tomto rozmezí: dospělý Evropan příjem 250 mg denně, těhotné a kojící ženy 200-300 mg denně, děti 7-24 měsíců 100 mg denně, děti 2-18 let 250 mg denně EPA a DHA (Trebatická, 2015).

### 2.3.1 Projevy nedostatku

Změny ve složení mastných kyselin ve prospěch zvýšeného obsahu nasycených MK a sníženého obsahu polynenasycených MK se projeví v řadě onemocnění. Jedná se o poruchy metabolismu (diabetes mellitus, metabolický syndrom), dyslipidémii, karenní stavy a malnutrici, zánět, oxidativní stres aj. Obdobné změny ve složení mastných kyselin mají např. metabolické poruchy s odlišným projevem – extrémní hubenost při mentální anorexii oproti obezitě. Zajímavé je, že u obou poruch se vyskytuje zvýšený obsah SFA i kyseliny palmitolejové a snížený obsah kyseliny linolové (Tvrzická, 2009).

Nedostatek esenciálních mastných kyselin byl sledován v experimentech se zvířaty. Byla prokázána jeho spojitost s retardací růstu, zvýšenými transepidermálními ztrátami vody, sterilitou. Dalšími zjištěními projevy bylo snížení obsahu kyseliny arachidonové, která je především ve fosfolipidech buněčných membrán (zajišťují její fluiditu) a obalu lipoproteinů, mj. je prekurzorem eikosanoidů. Aby byl organismus schopen zachovat fluiditu membrán a zajistil syntézu eikosanoidů, zvýší se desaturace a elongace kyseliny olejové na tzv. Meadovu kyselinu (20:3n-9). S poruchou stability biomembrán souvisí zřejmě zvýšená fragilita kapilár a hematurie. Experimentální zvířata upřednostňovala potravu s negativní dusíkovou bilancí, poklesla u nich produkce ATP orgánů, jako jsou játra a srdce. U srdeční činnosti se to projevilo sníženou kontraktilitou myokardu a abnormalitou komplexu QRS na EKG. V játrech vedl nedostatek polynenasycených MK k poruše transportu cholesterolu se sekundární dyslipidémií a zpomalením zpětného transportu cholesterolu. Projevila se také porucha adaptace na tmu (dysopsie), snížená zraková ostrost i senzorické a motorické neuropatie (Tvrzická, 2009). Byly pozorovány rozdíly mezi nedostatkem omega-3 a omega-6 mastných kyselin. Klinické symptomy při nedostatku omega-3 mastných kyselin jsou normální pokožka, normální růst, normální reprodukce, abnormální ERG, polydipsie, dysopsie. U omega-6 mastných kyselin to jsou kožní léze, retardace růstu, poruchy reprodukce, steatoza, polydipsie (Tvrzická, 2009).

### 2.3.2 Projevy nadbytku

Určitým rizikem nadměrného příjmu PUFA n-3 mastných kyselin v dietě mohou být oxidativní stres a zvýšená oxidativní modifikace LDL cholesterolu (ve srovnání s PUFA n-6). Dalším následkem nadbytku může být inkorporace PUFA n-3 do fosfolipidů. Toto začlenění vede ke konformačním změnám fosfolipidů a snížené dispoziční dvojných vazeb k lipoperoxidaci (než u PUFA n-6). Z EPA odvozené peroxylové radikály jsou více hydrofilní než radikály vzniklé z LA. Snadněji pronikají obalem lipoproteinů a radikálová reakce na jejich povrchu proběhne rychleji. Tímto mechanismem působí změny ve struktuře a funkci lipoproteinů.

Zvýšený dietní příjem omega-3 mastných kyselin má i pozitivní účinky (na rozdíl od omega-6 mastných kyselin), které se mohou projevit např. zvýšenou transkripcí antioxidantních enzymů a potlačením transkripce enzymů, které se účastní tvorby reaktivních kyslíkatých a dusíkatých sloučenin. Zvýšený příjem omega-6 mastných kyselin zvyšuje aktivitu enzymů glutathion peroxidázy, superoxid dismutázy a katalázy (Tvrzická, 2009).



### 2.3.3 Nežádoucí účinky EPA, DHA

Podávání omega-3 mastných kyselin je bezpečné, jednoduché a relativně levné. Avšak při dlouhodobě podávaných a vysokých dávkách se mohou projevit vedlejší nežádoucí účinky, jako jsou nepříjemné jevy trávicího systému (průjem, řídká stolice, nevolnost, zvracení, nechutenství), krvácení do GITu, případně do mozku (doporučuje se podávání přerušit 3 - 7 dnů před operačním zákrokem), nedostatek vitamínu E (doporučuje se doplňková suplementace). Mnoho projevů se odstraní užíváním omega-3 mastných kyselin současně s jídlem. Popsané vedlejší nežádoucí účinky byly však zaznamenány u dospělých, proto situace u dětí může být odlišná (Třebatická, 2015).

Zvláštní opatrnost při podávání je nutná u lidí, kteří užívají warfarin a u pacientů s hemofilií, vzhledem k možným antitrombotickým účinkům EPA. Z těchto důvodů je vhodné přerušit podávání EPA před plánovanou operací. Nebyly popsány žádné vážné nežádoucí účinky po podání EPA v dávce 15 g denně po delší dobu. Byly zaznamenány pouze slabé gastrointestinální symptomy, jako nevolnost, zápach z úst a regurgitace s rybím odorem. Proto se doporučuje užívat rybí olej, i pokud je v tobolkách, zároveň s jídlem. Lékové interakce by se mohly projevit při suplementaci EPA s podávaným aspirinem, nesteroidními antiflogistiky nebo rostlinami jako je česnek nebo ginkgo. Pokud by se vyskytly podobné interakce, pravděpodobně by se mohly projevit krvácivostí z nosu nebo zvýšenou tendencí ke tvorbě modřin. Tyto problémy se vyskytují ojediněle a v tom případě se doporučuje podávání EPA přerušit (Richter, 2016).

Food and Drug Administration (FDA) považuje za bezpečnou dávku omega-3 PUFA 3 g na den.

Studie, sledující interakce omega-3 PUFA a kyseliny acetylsalicylové (ASA), zaznamenaly nárůst doby krvácení o 33% u vysoké dávky ASA (10 mg/kg tělesné hmotnosti) k dietě skládající se z mořských ryb odpovídající příjmu 2-3 g omega-3 mastných kyselin denně. U nižších dávek ASA a klopidoogrelu nebylo pozorováno zvýšené riziko krvácení. I přes udávanou neškodnost omega-3 PUFA v běžných dávkách by bylo pro pacienty s vysokým rizikem krvácení v anamnéze výhodnější se užívání vyhnout. Ze stejného důvodu by pacienti měli přestat užívat také omega-3 PUFA před operací (Richter, 2016).

Doplňky stravy jsou k dispozici ve formě emulzí nebo v podobě tobolek. Emulze se lépe vstřebává a dá se upravit chuť i barva.

Užívání rybího oleje je obecně bráno jako bezpečné. Pouze při přecitlivělosti na rybí olej je jeho podávání kontraindikováno. Stejně tak při přecitlivělosti na obsahové (pomocné i další) látky v přípravku s rybím olejem.

### 2.3.4 Směrnice a doporučení asociací pro optimální množství EPA, DHA

V celosvětovém měřítku se vyskytují zdravotnické asociace, které se zabývají problematikou výživy světové populace. Výsledkem jejich práce jsou doporučení, která vyjadřují nejnovější poznatky v oblasti výživy, včetně doporučení týkajících se příjmu vícenenasycených mastných kyselin.

#### WHO/FAO

Tato organizace doporučuje následující příjem omega 3 a omega-6 nenasycených mastných kyselin: omega-6 2,5 - 9% a omega-3 0,5 - 2% z celkového příjmu energie. Dřívější hodnoty byly orientovány spíše na preventivní účinek těchto mastných kyselin. V novějších doporučeních je dolní část intervalu důležitá pro zajištění základních funkcí v organismu. Osoby se zvýšenými riziky vzniku srdečně cévních onemocnění by se měly z hlediska příjmu pohybovat v horní části intervalu. Cílové hodnoty pro poměr omega-3 a omega-6 ponechává WHO/FAO stejné, tj. 1:5 (Brát, 2015).

*Tabulka č. 6: Doporučení pro příjem tuků dle WHO/FAO (hodnoty uvedené v procentech celkového energetického příjmu)*

tuky	množství z celkového energetického příjmu v %
tuky celkem	20 - 30
nasycené mastné kyseliny	Méně než 10
polynenasycené mastné kyseliny celkem	6 – 11
z toho: omega-6 MK	2,5 -9
omega-3 MK	0,5 - 2
mononenasycené MK	odpočet mezi tuky celkem a MK
trans-mastné kyseliny	méně než 1

Zdroj: Brát, 2017

### **American Heart Association (AHA)**

AHA doporučuje dietní spotřebu (ne ve formě doplňků) ryb a rybího oleje. Předpokládaným benefitem je snížení úmrtnosti na ICHS, včetně fatálního infarktu myokardu, a snížení úmrtnosti na náhlou kardiální smrt v populaci s potvrzenou kardiovaskulární chorobou i bez tohoto potvrzení. Doporučuje konzumaci ryb v 1- 2 porcích za týden a uvádí, že je možné snížit riziko koronární smrti o 36% a celkovou úmrtnost o 17%. Zároveň AHA předpokládá, že v populaci je rozšířená suplementace stravy s rybím olejem. Na svých stránkách pro veřejnost uvádí následující doporučení: přestože je zvyšování konzumace (suplementace) omega-3 PUFA žádoucí, je třeba si uvědomit, že se jedná o součást boje proti kardiovaskulárnímu onemocnění a nelze spoléhat jen na omega-3 PUFA. Lidé, kteří by chtěli tyto kyseliny doplňovat, by tak měli učinit po konzultaci s lékařem. Pokud mají vysokou hladinu triglyceridů, může jim pomoci vysokými dávkami omega-3 PUFA. Pacienti, kteří užívají více než 3 g omega-3 PUFA denně, by měli být kontrolováni lékařem. Nežádoucím účinkem vysokého příjmu omega-3 PUFA by pro některé osoby mohlo být krvácení. Zároveň AHA vyjmenovává mořské ryby, které mají nízké a vysoké riziko kontaminace rtuť (Richter, 2016).

Evropská asociace pro kardiovaskulární prevenci a rehabilitaci **European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR)** publikovala v *European Heart Journal* doporučení konzumovat 1-2 x týdně ryby s tím, že alespoň jedenkrát by to měly být ryby tučné. Uvádí také stanovisko, že sice EPA a DHA jsou důležité, ale nemění sérové hladiny cholesterolu a současné informace ohledně kardioprotektivního účinku jsou sporné (Richter, 2016).

**Česká internistická společnost ČLS JEP** vychází z doporučení AHA a Evropské kardiologické společnosti (European Society of Cardiology - ESC) a doporučuje v rámci jídelníčku konzumaci ryb (Richter, 2016).

Organizace **European Food Safety Authority (EFSA – Evropský úřad pro bezpečnost potravin)** zpracovává vědecké podklady pro Evropské komise, Evropský parlament a členské státy EU. Vyдалa zprávy týkající se bezpečnosti omega-3 PUFA a jejich horních limitů pro podávání v roce 2012. Připomíná důležitou roli, kterou mají omega-3 PUFA (EPA, DHA a DPA) v růstu a vývoji mozku, regulaci krevního tlaku, ve funkci ledvin, srážení krve, zánětlivých a imunologických reakcích. Uvádí jejich zdroje v potravinách, jako jsou ryby a rybí oleje, mléko a pěstované mořské řasy, a zmiňuje také možnost užívání doplňků stravy. EFSA provedl řadu vědeckých posouzení zdravotních tvrzení vztahujících se k příjmu omega-3 PUFA a na základě toho došel k závěru, že příjem EPA a DHA v rozmezí 2 g – 4 g na den je potřebný pro dosažení nárokových účinků, jako je udržování krevního tlaku a hladiny triglyceridů. Příjem 250 mg denně je dostatečný pro udržení normální srdeční funkce. Je to také adekvátní příjem pro udržování celkového kardiovaskulárního zdraví u zdravých dospělých a dětí. Některé země EU požadovaly stanovení horních limitů pro užívání omega-3 PUFA pro každou skupinu obyvatel, ale EFSA konstatoval, že dostupné údaje jsou pro tato stanovení nedostačující. Nicméně zveřejnil závěry, že dlouhodobá suplementace EPA a DHA nebo v kombinaci až do 5 g denně nezpůsobuje pravděpodobně riziko výskytu spontánního krvácení nebo krvácivých komplikací nebo že by ovlivňovala homeostázu glukózy, imunitní funkci nebo peroxidaci lipidů v organismu, za předpokladu, že je zajištěna oxidační stabilita omega-3 PUFA. Doplňkový příjem EPA a DHA i v kombinaci v dávkách 2 – 6 g denně a DHA v dávkách 2 – 4 g denně indukuje zvýšení koncentrace LDL-cholesterolu přibližně o 3%, což nemusí mít nepříznivý vliv na riziko kardiovaskulárních chorob. Zatímco EPA v dávkách 4 g/den nemá žádný významný vliv na LDL-cholesterol, doplňkový příjem EPA a DHA v kombinaci a v dávkách až 5 g/den a suplementace samotné EPA až do 1,8 g/den nevyvolávají obavy ohledně bezpečnosti pro dospělé. Dietní doporučení pro EPA a DHA na základě úvahy o kardiovaskulárních rizicích u evropské dospělé populace se pohybují mezi 250 a 500 mg/den. Suplementace samotné DHA až do 1 g denně nevyvolává obavy ohledně bezpečnosti (pro celou populaci) (Richter, 2016).

## 2.4 Doplňky stravy a jejich charakteristika

Doplňky stravy byly již popsány v kapitole 1.3.2. této práce. Je na místě připomenout jejich definici. Dle legislativy (Zákon č.110/1997 Sb., § 2 písm.g o potravinách a tabákových výrobcích) jsou doplňky stravy definovány jako „*potravina, jejímž účelem je doplňovat běžnou stravu a která je koncentrovaným zdrojem vitamínů a minerálních látek nebo dalších látek s nutričním nebo fyziologickým účinkem, obsažených v potravině samotné nebo v kombinaci, určená k přímé spotřebě v malých odměřených množstvích.*“

V České republice se tyto doplňky stravy prodávají většinou v lékárnách, drogeriích a prodejnách se zdravou výživou. Jedná se o želatinové tobolky s obsahem rybího oleje (triacylglycerolů). Pro dospělé tobolky obsahují ještě vitamín E a někdy také

vitamíny A i D. Ty se dávají do tobolek jako pomocné látky (antioxidanty) z důvodu ochrany dvojných vazeb PUFA. Množství vitamínů bývá většinou uvedeno a může nám pomoci odhadnout kvalitu rybího oleje. Obsah tobolek se pohybuje od 500 mg do 1200 mg rybího oleje, a proto je třeba zjišťovat procentuální zastoupení omega-3 PUFA a nespokojit se s obsahem v tobolce. Složení rybího oleje je zásadní pro působení v lidském organismu. Uvážíme-li mechanismy působení, rybí olej s menším obsahem omega-3 PUFA oproti omega-6 PUFA anebo nasyceným mastným kyselinám bude mít pravděpodobně menší přínos pro jeho uživatele.

Ethylestery omega-3 PUFA, volné mastné kyseliny EPA a DHA se vyskytují i v doplňcích stravy. Omega-3 PUFA vyskytující se ve formě triacylglycerolů se musí nejprve rozštěpit a rozložit na volné mastné kyseliny. Tento proces je umožněn díky enzymu lipáza. Rozštěpené volné mastné kyseliny mohou být pak rovnou vstřebány. Některé doplňky stravy s obsahem omega-3 PUFA ve formě právě volných kyselin jsou výhodné pro pacienty, kteří mají zhoršenou funkci lipázy pro štěpení a vstřebávání tuků.

Kromě želatinových tobolek je na trhu k dostání i emulze. Ta se lépe vstřebává, umožňuje lepší přístup lipáz a je možná úprava barvy i chuti.

Pro děti mohou být přípravky s rybím olejem (triacylglyceroly/ethylestery) doplněné o vitamíny rozpustné v tucích, ale i např. o vitamín C. Mohou být v tekuté formě (sirup), ale i v tobolkách. Pro těhotné ženy se k tobolkám/tabletám s kyselinou listovou, stopovými prvky a vitamíny přidávají tobolky s označeným množstvím DHA (Richter, 2016).

#### **2.4.1 Přípravky s obsahem EPA, DHA**

Kromě volně prodejných doplňků stravy je nutné se zmínit o léčivých přípravcích s obsahem ethylesterů omega-3 mastných kyselin. Tyto přípravky obsahující ethylester omega-3 mastných kyselin byly ve většině členských států EU schváleny pro sekundární prevenci po infarktu myokardu a pro léčbu hypertriglyceridémie. Jedná se především o přípravek Omacor (referenční léčivý přípravek EU), jehož původní registrace proběhla na základě otevřené studie (GISSI-P) z roku 1999. V České republice byl poprvé registrován 5. 10. 2005 (EMA, [b.r.]).

Pojem ethylestery omega-3 mastných kyselin obsahuje ethylestery polynenasycených mastných kyselin s dlouhým řetězcem s nejméně 85% obsahem EPA a DHA a poměrem EPA k DHA 0,9 ku 1,5. Terapeutický účinek se připisuje možnému působení na rovnováhu eikosanoidů, metabolismus lipidů a buněčných membrán. Rovněž inhibují syntézu lipoproteinů s velmi nízkou hustotou v játrech, což snižuje koncentrace triglyceridů.

Přípravek Omacor jsou měkké tobolky s obsahem Omega-3 acidorum esteru ethylici 90, které mají 1000 mg účinné látky (840 mg EPA a DHA, zahrnující 460 mg EPA a 380 mg DHA). Terapeutické indikace byly uvedeny pro pacienty po infarktu myokardu a s hypertriglyceridemií. Indikace stavu po infarktu myokardu zahrnovala podpůrnou terapii v sekundární prevenci spolu se standardní léčbou (např. statiny, protidestičkové přípravky, betablokátory, ACE inhibitory). Při endogenní hypertriglyceridémii byla terapie stanovena jako doplněk k dietě, pokud samotná dietní opatření nebyla dostatečná. Podává se u

hypertriglyceridémie typu IV v monoterapii a u typu IIb/III v kombinaci se statiny, není-li kontrola triglyceridémie dostatečná. Dávkování při stavu po infarktu se doporučuje jedna tobolka denně a u hypertriglyceridémie se jako úvodní dávka doporučují dvě tobolky denně. Pokud nebylo dosaženo žádané odpovědi, mohla se dávka navýšit na čtyři tobolky denně. Tobolky měly být užívány s jídlem, aby se předešlo zažívacím obtížím. O použití přípravku Omacor u pacientů starších 70 let a pacientů s poruchou funkce ledvin existují jen omezená data. Kontraindikací tohoto přípravku byla přecitlivělost na léčivou látku, sóju nebo na kteroukoli pomocnou látku.

V roce 2018 byly zhodnoceny studie, které zkoumaly účinek léčivých přípravků obsahujících ethylestery omega-3 mastných kyselin. Došly k závěru, že původní studie GISSI-P, doporučující užívání těchto přípravků, není zcela průkazná a má řadu omezení. Hlavním problémem bylo, že se standard péče při infarktu myokardu od dokončení studie GISSI-P zvýšil, zejména pokud jde o léčbu statiny, betablokátory a invazivní léčbu. Dalším problémem této studie byla její otevřenost a skutečnost, že kontrolní skupina nebyla léčena placebem.

Po přezkoumání výsledků nových studií byly vyvozeny závěry, že poměr benefitů a rizik léčivých přípravků obsahujících ethylestery omega-3 mastných kyselin pro perorální podání při sekundární prevenci po infarktu myokardu není příznivý. Byla doporučena změna registrace těchto léčivých přípravků, např. v ČR byla registrace zrušena (EMA, [b.r.]).

V USA byl v roce 2014 schválen FDA přípravek Epanova. Epanova je patentem chráněná nová ultračistá směs forem mastných kyselin EPA a DHA, která významně snižuje triglyceridy, zlepšuje další klíčové lipidové parametry. Měla by se užívat jednou denně 2 g během jídla nebo i bez něj. Kolem roku 2012 byly potvrzeny pozitivní výsledky ve studiích EVOLVE a ESPRIT, které byly provedeny na základě zvláštního protokolu s FDA. V USA se Epanova podává pacientům s hladinami triglyceridů vyššími než je 500 mg/dl nebo s těžkou hypertriglyceridémií. Jako další indikace se jeví její použití k doplnění statinové terapie a k dietě u pacientů se smíšenou dyslipidémií a zvýšenými triglyceridy, jako prevence a snížení nežádoucích závažných kardiovaskulárních příhod. Epanova je směs hydrolyzovaných omega-3 mastných kyselin, které nevyžadují další hydrolýzu ve střevě, a tím se zvyšuje jejich biologická dostupnost a klesá závislost vstřebávání na dalších složkách potravy. V České republice není tento přípravek registrován (FDA, 2014).

#### **2.4.2 Seznam doplňků stravy s obsahem EPA, DHA**

Doplňky stravy s obsahem EPA, DHA jsou volně prodejné, běžně dostupné v lékárenské distribuční síti. Záměrem bylo popsat preparáty, které se v lékárnách nejvíce prodávají.

U každého přípravku jsou kromě názvu a výrobce uvedeny i počet tablet, síla, způsob užívání, přídavné látky. Údaje jsou čerpány z etiket na jednotlivých přípravcích vybraných značek. Snahou bylo také blíže zjistit, ze kterých druhů ryb se rybí olej vyrábí, dále jejich původ, popř. zda se jedná o bio rybí olej. Byli proto osloveni někteří výrobci a distributoři těchto přípravků, ale ne vždy bylo možné od nich získat uspokojivou odpověď.

### **Walmark Omega 3 Forte**

Přípravek obsahuje 180 tobolek v síle 1000 mg. V jedné tobolce je zastoupeno 1000 mg rybího oleje (z toho EPA je 180 mg, DHA 120 mg). Doporučené dávkování 2 - 3 tobolky denně. Přípravek je obohacen o vitamín E (5 mg), který brání oxidaci oleje. Rybí olej je získáván z ryb žijících v ekologicky čistých oblastech Peru.

### **Walmark Omega 3 rybí olej**

Obsahuje 180 tobolek v síle 1000 mg.

### **Walmark Omega 3 rybí olej**

Jedná se o 90 tobolek v síle 1000 mg.

### **Swiss NatureVia Omega 3 One a Day**

Přípravek obsahuje 60 tobolek v síle 1000 mg, celkem omega-3 minimálně 700 mg (EPA min. 360 mg, DHA min. 270 mg). Užívá se 1 tobolka denně po jídle, v případě potřeby lze navýšit až na 3 tobolky denně. Na výrobu oleje se používají ančovičky a loví se v ekologicky čistých mořích v okolí Peru.

### **3-Omega Premium**

Tento doplněk stravy pochází od firmy Generica, obsahuje 100 tobolek v síle 1000 mg, celkem omega-3 550 mg (EPA 300 mg a DHA 200 mg). Užívá se 1 tobolka denně po jídle. Na výrobu rybího oleje se používají ančovičky, makrely, sardinky, které se loví v okolí Norska.

### **Libretto**

Vyrábí firma Wassen International Ltd, London. Obsahuje 30 tobolek, ve dvou tobolkách se nachází 1240 mg rybího oleje (EPA 750 mg a DHA 294 mg). Navíc jsou obohaceny o hořčík a kyselinu listovou. Užívají se 1-2 tobolky denně. Ryby na výrobu oleje jsou sardinky a nepocházejí z rybích farem. Moře, ve kterých se ryby loví, firma nesdělila.

### **Jamieson Omega 3-6-9**

Součástí balení je 100 tobolek v síle 1200 mg. Jsou zde obsaženy omega-3 mastné kyseliny, omega-6 mastné kyseliny a omega-9 mastné kyseliny, je přidán i vitamín E bránící oxidaci oleje. Dále je uveden lněný olej 400 mg, brutnákový olej 400 mg. Rybí olej (vyráběný z ančoviček a sardinek) je v obsahu 400 mg, z toho omega-3 mastné kyseliny 267 mg (EPA 58 mg, DHA 39 mg). Omega-6 mastné kyseliny jsou v obsahu 231 mg a omega-9 mastné kyseliny 153 mg. Užívají se 1 - 3 tobolky denně. Ryby jsou loveny v ledových arktických a antarktických mořích.

### **Jamieson Omega 3-6-9**

Obsahuje 200 tobolek v síle 1200 mg.

### **Jamieson Omega-3 EXTRA**

Součástí je 100 tobolek v síle 700 mg. Užívají se 1 -4 tobolky denně. Rybí olej se získává ze sardelí, sardinek a makrel z ledových arktických a antarktických moří.

### **Jamieson Omega-3 Kids Gummies**

Jedná se o 60 želatinových pastilek ve tvaru rybiček s příchutí tropického ovoce, jahody, banánu, citronu a pomeranče. Každá pastilka obsahuje: rybí olej (z tuňáka) 113,5 mg, omega-3 mastné kyseliny 35 mg (získané z 60 mg čistého molekulárně destilovaného oleje ze sardinek), z toho EPA 5 mg, DHA 25 mg. Užívají se 1 - 4 pastilky denně po jídle.

### **Jamieson Omega 3 Select**

Obsahuje 200 tobolek v balení. Složení: rybí olej (ze sardelí, může obsahovat také olej ze sardinek a makrel) 1000 mg, omega- 3 mastné kyseliny 500 mg, z toho EPA 300 mg, DHA 200 mg.

### **Mollers Omega 3 (Natur, Citron, Ovocná příchut')**

Přípravek obsahuje 250 ml rybího oleje, vitamíny E, A, D. Doporučená denní dávka je 5 ml a zahrnuje 1200 mg omega-3 mastných kyselin (EPA 400 mg, DHA 600 mg), vitamin E je obsažen v dávce 3 mg, vitamin A 250 µg, vitamin D 10 µg. Rybí olej pochází z tresčích jater, tresky jsou loveny v Norském moři u ostrovů Lofoty.

### **Mollers Mama Omega 3**

Součástí je 28 tobolek s omega-3 mastnými kyselinami a 28 tablet s obsahem vitamínů a minerálních látek. Koncentrovaný rybí olej 1000 mg, omega 3 mastné kyseliny 700 mg (EPA 135 mg, DHA 470 mg). Dále jsou v přípravku obsaženy vitamin D 37,5 µg, vitamin B6 5 mg, foláty 600 µg, hořčík 100 mg, železo 30 mg, jod 200 µg. Užívá se jedna tobolka omega-3 a jedna tableta vitamínů a minerálů denně.

### **Mollers Total Omega 3**

Jedná se o 28 tobolek omega 3 mastných kyselin, 28 tablet s obsahem vitamínů a minerálů. V dávce 1 tobolka denně se nachází: koncentrovaný rybí olej 570 mg, omega-3 mastné kyseliny 375 mg (EPA 180 mg, DHA 135 mg), vitamin D 10 µg. Dále jedna tobolka obsahuje: vitamin A 250 µg, vitamin D 10 µg, vitamin E 12 mg, vitamin C 80 mg, thiamin 1,1 mg, riboflavin 1,4 mg, niacin 16 mg, vitamin B6 1,4 mg, kyselina listová 200 µg, vitamin B 12 2,5 µg, kyselina pantothenová 6 mg, hořčík 85 mg, železo 7 mg, zinek 10 mg, měď 1 mg, mangan 2 mg, selen 55 µg, chrom 40 µg, jod 150 µg, molybden 50 µg.

### **Biotter rybí tuk s vitamíny a omega 3 kyselinami**

Výrobce je polská firma Diagnosis s.a. Balení obsahuje 60 tobolek. Složení jedné tobolky: olej z tresčích jater 550 mg (EPA 44 mg, DHA 49,5 mg), navíc vitamin A 800 µg, vitamin D3 5 µg. Užívá se jedna tobolka denně během jídla. Tresky používané k výrobě rybího oleje pocházejí z islandských vod.

### **Omega-3 s vitamínem E**

Obsahuje 60 tobolek. Složení je obdobné jako u předchozího přípravku, zde je navíc vitamín E v dávce 2 mg/2 tobolky. Doporučují se dvě tobolky denně.

### **VitaHarmony Rybí olej Omega-3**

Jedná se o 150 tobolek v síle 1000 mg. Složení jedné tobolky: rybí olej 1000 mg (z toho EPA 180 mg, DHA 120 mg). Užívají se 2-4 tobolky denně. Rybí olej je směs extraktů olejů z ryb žijících v arktických vodách.

### **GS Omega 3 Citrus**

Přípravek obsahuje 90 nebo 150 tobolek. V jedné tobolce je 1000 mg rybího oleje s výskytem min. 180 mg EPA a 120 mg DHA. Užívá se jedna tobolka denně s možností navýšit až na 3 tobolky za den. Rybí olej je získáván z různých druhů ryb, z nichž převažuje sardel peruánská. Místo lovu nelze specifikovat.

### **MedPharma Omega 3 rybí olej Forte**

Součástí je 67 tobolek, s 315 mg EPA a 245 mg DHA v jedné tobolce. Rybí olej je vyráběn ze sardelových ryb žijících v ledových arktických mořích. Blíže firma nechtěla specifikovat.

### **The Simpsons Omega 3 + vitaminy D, E**

Najdeme zde 60 ochucených želatinových kapslí s rybím olejem BioPure, který je získáván patentovanou technologií z tuňáků žijících v Indickém oceánu. V jedné tobolce je obsaženo 500 mg rybího oleje (z toho EPA 31 mg, DHA 119 mg), dále vitamín E 2,5 mg, vitamín D3 2,5 µg. Kapsle mají příchut' Tutti Frutti, která maskuje chuť rybího oleje. Dávkování: dospělí a děti od 12 let 2 - 4 kapsle denně.

### **Omega 3 1000 mg Noventis**

Jedno balení obsahuje 30 tobolek. V jedné tobolce se nachází 1000 mg rybího oleje (z toho EPA min. 18%, DHA min. 12%). Užívá se jedna kapsle třikrát denně, nejlépe po jídle. Ryby na výrobu rybího oleje jsou sardinky a loví se v peruánských vodách.

### **MaxiCor basic SVUS Pharma**

Součástí je 90 tobolek, v jedné tobolce je 500 mg rybího oleje (z toho EPA 165 mg, DHA 110 mg), antioxidant vitamín E 5 mg. Doporučuje se 1 - 2 tobolky denně během jídla.

### **MaxiCor Forte**

Vyrábí se v balení po 90 nebo 120 tobolekách. V jedné tobolce se nachází 90% čistých omega-3 nenasycených mastných kyselin (EPA 215 mg, DHA 155 mg), antioxidant vitamín E 5 mg. Užívá se jedna tobolka denně během jídla.



### **MaxiCor Cholesta**

Obsahuje 60 tobolek. Složení jedné tobolky: speciálně čištěný rybí olej 500 mg (z toho EPA 215 mg, DHA 155 mg), rostlinné steroly (fytosteroly) v množství 840 mg. Doporučují se dvě tobolky denně během jídla.

### **Omega Defend**

Vyrábí firma Meditop Pharmaceutical Co. Ltd., Pilisborosjeno. V jednom balení je 60 tobolek. V jedné tobolce je obsaženo: 235 mg EPA a 192 mg DHA, případné další složky neuvedeny. Užívají se dvě tobolky jednou denně během jídla. Rybí olej pochází z ryb, jako jsou ančovičky, makrely, sardinky, losos. Loví se v různých oblastech, např. pobřeží Maroka, Norska, Chile a Peru.

### **Omega 3 Nefdesanté**

V jednom balení najdeme 90 tobolek. Jedna tobolka má olej z mořské ryby *Engraulis japonicus* 500 mg s garantovaným obsahem EPA min. 38%, tj. 190 mg, DHA min. 25%, tj. 125 mg, vitamín E v obsahu 2,5 mg. Užívá se jedna tobolka 2-3x denně, během toho se doporučuje navýšit příjem tekutin.

### **Astina Omega ULTRA FORTE**

V jednom balení je 60 tobolek. Jedna tobolka obsahuje rybí olej v množství 700 mg, celkový obsah omega 3 (EPA + DHA) je 560 mg, z toho EPA 315 mg, DHA 245 mg. Užívají se 1 - 2 tobolky denně, těhotné a kojící ženy jednu tobolku denně. Rybí olej se získává z volně žijících ryb, jako jsou žralok, losos, ančovička, které se loví v pobřežních vodách Peru.

### **Opti Omega 3 Orange 200 ml**

Rybí olej s příchutí pomeranče, dávkování 1/2 až 1 polévková lžíce (5-10 g oleje) jednou denně po jídle. Celkový obsah ve 100 g oleje: omega-3 kyseliny 38-41 g, EPA 18-19,5 g, DHA 11,8-13,1 g.

### **Omega 3 Forte 1200 mg**

Vyrábí firma Bio-Pharma. V balení najdeme 90+45 tobolek. Jedna tobolka obsahuje 1200 mg rybího oleje, z toho 360 mg EPA, 240 mg DHA. Užívají se 1-2 tobolky denně během jídla nebo po něm. Rybí olej se získává z ryb, jako jsou sardel, sled', sardinky, losos a makrela. Loveny v chladných mořích, místo lovu nebylo blíže specifikováno.

### **Omega ADVANCE**

Vyrábí švýcarská firma Advance nutraceuticals. V balení najdeme 90 tobolek. V jedné tobolce je 500 mg MEG 3 33/22 rybího oleje, z toho omega-3 kyseliny v množství 300 mg (EPA 165 mg, DHA 110 mg). Ryby se loví v okolí Islandu, jedná se o ančovičky, sledě, kranase, huňáčky, makrely, smačky.

### Bioaktivní Marin plus

Přípravek vyrábí Pharma Nord. Balení obsahuje 60 tobolek. V jedné tobolce je obsaženo 500 mg rybího tuku ve formě volných mastných kyselin, z toho 185 mg EPA a 115 mg DHA. Mezi další látky v tobolce patří kyselina listová 100 µg, vitamín B12 1 µg. Užívají se 1-4 tobolky denně. Olej pochází z ryb lovených v severních mořích a jedná se o lososovité a sledřovité druhy.

Tabulka č. 7: Srovnání kvality doplňků stravy s obsahem omega-3 MK

<b>doplňěk stravy s omega-3 MK název</b>	<b>obsah rybího oleje v 1 tobolce v mg</b>	<b>množství EPA v mg</b>	<b>množství DHA v mg</b>
Wallmark Omega3 Forte	1 000	180	120
Wallmark Omega3 rybí olej	1 000	180	120
Swiss NatureViaOmega3 One a Day	1 000	360	270
3-Omega Premium	1 000	300	200
Libretto	2 tobolky -1240	750	294
Jamieson Omega-3-6-9	1200	58	39
Jamieson Omega-3 EXTRA	700	neuvedeno	neuvedeno
Jamieson Omega-3 KIDS Gummies	113,5	5	25
Jamieson Omega-3 Select	1 000	300	200
Mollers Omega3	1200	400	600
Mollers Mama Omega3	1 000	135	470
Mollers Total Omega3	570	180	135
Biotter rybí tuk s vitamíny	550	44	49,5
Omega-3 s vitamínem F	550	44	49,5
Vita Harmony Rybí olej Omega-3	1 000	180	120
GS Omega3 Citrus	1 000	180	120
MedPharma Omega3 rybí olej Forte	neuvedeno	315	245
The Simpsons Omega3 + vit.D, E	500	31	119
Omega3 1 000 mg Noventis	1 000	180	120
MaxiCor basic SVUS Pharma	500	165	110
MaxiCor Forte	500	215	155
MaxiCor Cholesta	500	215	155
Omega Defend	neuvedeno	235	192
Omega 3 Nefdesanté	500	190	125
Astina Omega ULTRA	700	315	245

FORTE			
Opti Omega3 Orange 200 ml	ve 100 g oleje	18-19,5	11,8-13,1
Omega 3 Forte 1200 mg	1 200	360	240
Omega ADVANCE	500	165	110
Bioaktivní Marin Plus	500	185	115

Z uvedené tabulky je patrné, že převážné množství doplňků stravy s obsahem omega-3 MK obsahuje v 1 tobolce stejné množství rybího oleje (1 000 mg). Pouze 2 přípravky mají vyšší obsah (1 200 mg: Jamieson Omega-3-6-9, MollersOmega-3). 14 přípravků bychom mohli hodnotit kladně. Liší se však poměrem EPA/DHA, kde má vyšší obsah těchto látek 5 doplňků stravy (Omega 3 Forte 1 200 mg, Mollers Omega3, 3-Omega Premium, Swiss Nature Via Omega 3 One a Day, Jamieson Omega-3 Select). Za pozornost stojí doplňky stravy, jež mají sice v 1 tobolce poloviční obsah rybího oleje (500 mg), ale obsahují poměrně značné množství EPA/DHA (Maxi Cor Forte a Cholesta, Omega3 Nefdesanté).

#### 2.4.2.1 Lékové formy a obsah EPA, DHA v nich

Doplňky stravy i léčiva s obsahem vícenenasycených omega-3 mastných kyselin se vyskytují většinou ve formě želatinových tobolek nebo tekutých olejů.

Rybí oleje uváděné na trh se čistí molekulární destilací. EPA a DHA se zde vyskytují ve své přirozené formě, tzn. jako triacylglyceroly. Tomu odpovídá i složení většiny doplňků stravy. Ethylestery EPA a DHA jsou připravovány tzv. superkritickou extrakcí a mohou být na trh uváděny jako doplňky stravy (oznámení Ministerstvu zemědělství), v minulosti byly registrovány i jako léčiva (schválení SÚKLu).

Doplňky stravy i léčiva s obsahem rybího oleje (triacylglycerolů) se většinou vyskytují ve formě želatinových tobolek. Pro dospělé jsou tobolky většinou bez dalších složek a obsahují pouze vitamín E, který slouží jako pomocná látka (antioxidant) z důvodu ochrany dvojných vazeb PUFA. Někdy se ani obsah vitamínu E neudává, protože legislativa umožňuje neuvádět pomocné látky do určitého nízkého procentuálního zastoupení. Množství vitamínu E pomáhá odhadnout kvalitu rybího oleje (pokud je zmíněno) - čím je menší, tím je olej kvalitnější, protože nepotřebuje tak velké množství antioxidační ochrany.

Obsah rybího oleje v tobolkách se pohybuje od 500 mg do 1200 mg. Důležité je proto zjišťovat procentuální zastoupení omega-3 PUFA a nespokojit se s uvedeným množstvím v jedné tobolce.

Analýza vybraných jedenácti doplňků stravy s rybím olejem ve formě triacylglycerolů nám poskytne představu o složení rybích olejů:

- omega 3 PUFA se pohybovalo v rozmezí 9,7% - 69,3%
- omega 6 PUFA 3,2% - 6,7%
- nasycené mastné kyseliny 10,6% - 34,1%.

Doplňky stravy se vyskytují i ve formě emulzí, které se lépe vstřebávají, umožňují lepší přístup lipázám a je možné upravit jejich chuť i barvu. Pro děti mohou být přípravky

s rybím olejem v tekuté formě sirupu a mohou být obohacené o vitamíny rozpustné v tucích a dokonce i o vitamín C (Richter, 2016).

#### **2.4.2.2 Dávkování**

Je třeba připomenout, že doplňky stravy nejsou určeny k léčbě a jejich užívání vede k doplnění esenciálních PUFA v případech, kdy běžná strava nezajistí optimální příjem. Většinou jejich užívání vychází z klinických studií, doporučení odborných společností (i v návaznosti na dietní doporučení) a EFSA. Tato organizace také uvádí, že podávání rybího oleje v běžných dávkách nemá prakticky žádné nežádoucí účinky. Finální doporučení týkající se jeho užívání musí být vždy v souladu s požadavky, potřebami a hlavně zdravotním stavem konkrétního pacienta/uživatele.

Rybí olej, EPA a DHA samostatně nebo v kombinaci by mohly být prospěšné v prevenci a u pacientů s méně závažným kardiovaskulárním onemocněním. Následují možnosti podávání těchto přípravků.

##### **1. Pro doplnění standardní léčby u pacientů s:**

- kardiovaskulárním onemocněním (hypertriglyceridemií, pacienti s ICHS, se stavy po infarktu myokardu, s poruchami srdečního rytmu)
- Alzheimerovou chorobou, stařeckou demencí
- roztroušenou sklerózou
- depresí
- záněty sítnice, makulární degenerací
- rizikem předčasného porodu a poporodní deprese

##### **2. Doplnění omega 3 PUFA pro:**

- udržování normální srdeční funkce a celkového kardiovaskulárního zdraví (příjem 250-500 mg omega-3 PUFA denně)
- období těhotenství pro normální vývoj sítnice a mozku novorozence (200-300 mg, dle Global Recommendations for EPA and DHA Intake z roku 2014)
- kojící matky (350-450 mg DHA denně, což pokryje množství DHA v tuku mateřského mléka podle doporučení FAO/WHO)
- děti a mládež (2-18 let – 250 mg EPA a DHA na den) (Trebatická, 2015; Richter, 2016).

#### **2.4.2.3 Rizika užívání**

Užívání rybího oleje je obecně bráno jako bezpečné. Jeho podávání je kontraindikováno pouze při přecitlivělosti na rybí olej a na pomocné a přídatné látky obsažené v konkrétním přípravku (Richter, 2011b).

## 3 PRAKTICKÁ ČÁST

### 3.1 Cíl práce

Středoevropský způsob stravování je chudý na zdroje polynenasycených mastných kyselin, které si organismus nedokáže vytvořit a jež mají vliv na zdravotní stav. Do popředí zájmu se tak dostávají možnosti, jak tento deficit nahradit. Praktická část této bakalářské práce se proto zaměřila na problematiku doplňků stravy s obsahem omega-3 mastných kyselin a jejich užívání zákazníky předem vybrané lékárny. Cílem bylo najít důvody, proč tyto produkty vyhledávají. Souvisí to s jejich zdravotním stavem? Hraje roli při výběru těchto doplňků stravy věk nebo vzdělání jejich uživatelů? V neposlední řadě bylo cílem zjistit, jak jsou klienti lékárny o zvoleném produktu informováni, zda mají znalosti o suplementaci (způsob užívání a kvalita přípravků). Vedlejším úkolem bylo získat údaje o tom, zda se vyskytují zdroje omega-3 MK v běžné stravě respondentů.

Před provedením vlastního průzkumu byly stanoveny čtyři předpoklady, na jejichž ověření se zaměřilo dotazníkové šetření.

Předpoklad č. 1: K rozhodnutí uživatelů pro nákup doplňků stravy s omega-3 MK ve velké míře přispívají reklama výrobců a informace získané z internetových stránek.

Lze se domnívat, že převážná většina respondentů si bude informace o těchto přípravcích vyhledávat na internetu a nechá se ovlivnit reklamou.

Předpoklad č. 2: Výrazným faktorem pro užívání doplňků stravy s obsahem omega-3 MK jsou zdravotní obtíže respondentů, popř. jejich prevence.

Předpoklad č. 3: Většina respondentů nebude znát informace o účinnosti doplňků stravy s obsahem omega-3 MK.

Je možné předpokládat, že většina dotázaných nebude znát obsah účinné látky, četnost a ideální dobu užívání.

Předpoklad č. 4: Většina respondentů užívá doplňky stravy s obsahem omega-3 MK z důvodu nedostatečného zdroje těchto látek v běžné stravě.

### 3.2 Metodika výzkumu

Výzkumná část práce byla zaměřena na respondenty, kteří poprvé nebo opakovaně navštívili lékárnu za účelem zakoupení doplňků stravy s obsahem omega-3 MK. Jednalo se o náhodně vybraný vzorek návštěvníků lékárny v Rožnově pod Radhoštěm (Zlínský kraj).

Vlastní výzkum byl proveden formou kvantitativního dotazníkového šetření. Dotazník obsahoval 21 otázek, které byly otevřené, uzavřené i výčtové. Měl písemnou formu, byl anonymní a byl předkládán osobně zákazníkům lékárny, kteří souhlasili s jeho vyplněním. Po ukončení šetření byla získaná data manuálně zpracována a výsledky zaneseny v počítačových programech MS Word a MS Excel do tabulek a grafů.

### 3.3 Charakteristika souboru

Šetření probíhalo mezi zákazníky, kteří navštívili lékárnu v Rožnově pod Radhoštěm (Zlínský kraj) v období 2. 9. - 31. 12. 2019 a nakupovali doplňky stravy s obsahem omega-3 MK pro sebe nebo své příbuzné. Celkem 91 z nich provádělo nákup pro vlastní potřebu a ti se stali předmětem šetření. Z 91 osob bylo 28 mužů a 63 žen. Nejvíce z nich dosahovalo věkového rozmezí 60 – 70 let (32), následovalo rozmezí 40-50 let (21), dále 70-80 let (17), 50-60 let (16), 30-40 let (3) a více než 80 let měli dva respondenti. Mezi dotazovanými převažovaly ženy ve věku 60-70 let (21 ze 63 žen) se středoškolským vzděláním (30 ze 63 žen).

### 3.4 Realizace výzkumu

Za účelem průzkumu byl vytvořen dotazník v písemné formě, který obsahoval 21 otázek. Nejvíce bylo otázek uzavřených (otázky č. 1-9, 11, 13-17, 19-21), dále byly dvě otázky výčtové (č. 10, 18), otázka č. 12 byla otevřená. Všechny byly připraveny předem na formuláři, který byl předložen náhodným návštěvníkům lékárny v Rožnově pod Radhoštěm. Dotazník byl vyplňován dle jejich ústního vyjádření přímo na místě. Šetření bylo provedeno anonymně, a jak už bylo uvedeno, zapojilo se do něj 91 osob.

V lednu 2020 bylo provedeno vyhodnocování dotazníků, jejich manuální zpracování a výsledky byly zaneseny v počítačových programech MS Word a MS Excel. Z výsledků byly vytvořeny tabulky s daty a procenty zastoupení daného jevu a pro větší názornost také grafy.

### 3.5 Výsledky

Následující část práce přináší vyhodnocení odpovědí respondentů na jednotlivé otázky, a to ve formě tabulek a grafů. V tabulkách bude uvedena četnost výskytu odpovědí numericky i procentuálně a pak bude vždy znázorněna pomocí grafů.

#### Otázka č. 1: Pohlaví respondentů

Z celkového souboru 91 osob bylo 28 mužů a 63 žen.

*Tabulka č. 8: Zastoupení respondentů dle pohlaví*

pohlaví	počet	procenta
ženy	63	69,2 %
muži	28	30,8 %
<b>celkem</b>	<b>91</b>	<b>100 %</b>

*Graf č. 1: Zastoupení respondentů dle pohlaví*



Z uvedené tabulky i grafu vyplývá, že větší zájem o doplňky stravy s obsahem omega-3 MK projevují ženy v procentuálním zastoupení 69,2% z celkového počtu respondentů. 28 mužů činí 30,8 % zkoumaných osob.

#### **Otázka č. 2: Věkové zastoupení respondentů**

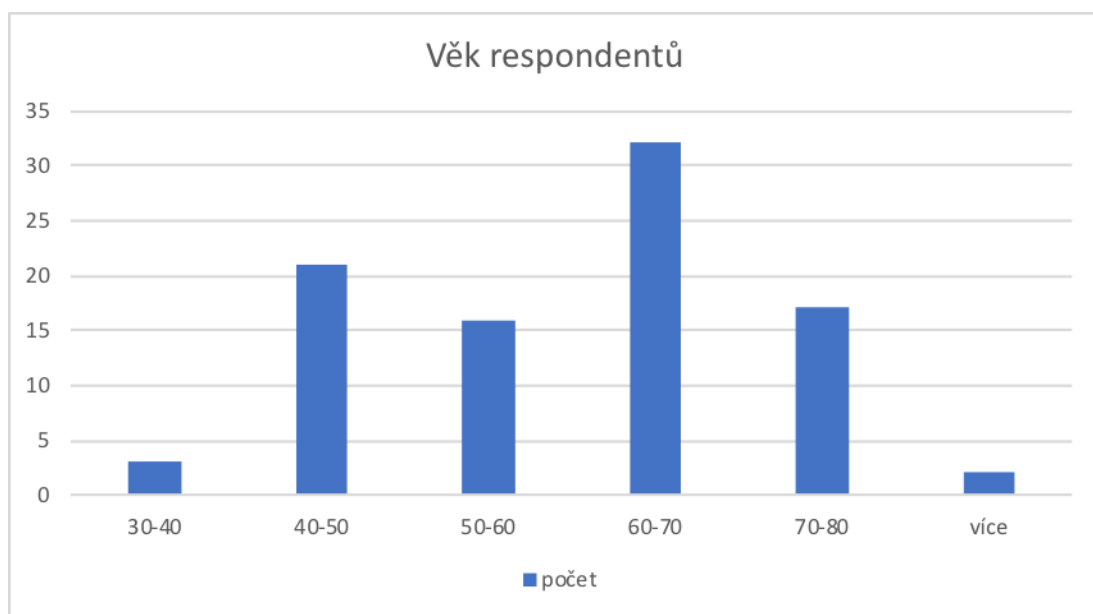
Obsah této otázky cílil na věkové zastoupení respondentů.

Největší počet byl zastoupen věkovou kategorií 60-70 let (32 respondentů z 91). Následuje věková kategorie 40-50 let (21), věková kategorie 70-80 let (17), kategorie 50-60 let (16). Tři dotazovaní byli v nejmladší uvedené kategorii 30-40 let a dva dosáhli více než 80 let. Přehledně jsou tyto skutečnosti v následující tabulce č. 2 a grafu č. 2.

*Tabulka č. 9: Věkové zastoupení respondentů*

věkové rozmezí	počet	procenta
30-40 let	3	3,3
40-50 let	21	23,1
50-60 let	16	17,6
60-70 let	32	35,2
70-80 let	17	18,6
více	2	2,2
<b>celkem</b>	<b>91</b>	<b>100</b>

*Graf č. 2: Věkové zastoupení respondentů*



### **Otázka č. 3: Vzdělání respondentů**

Největší počet respondentů mělo ukončené středoškolské vzdělání (52,7%) a o něco menší zastoupení měli respondenti s vysokoškolským vzděláním (42,9%). Základní vzdělání měli čtyři dotazovaní (4,4%).

*Tabulka č. 10: Dosažené vzdělání respondentů*

ukončené vzdělání	počet	procenta
základní	4	4,4
středoškolské	48	52,7
vysokoškolské	39	42,9
<b>celkem</b>	<b>91</b>	<b>100</b>



*Graf č. 3: Dosažené vzdělání respondentů*



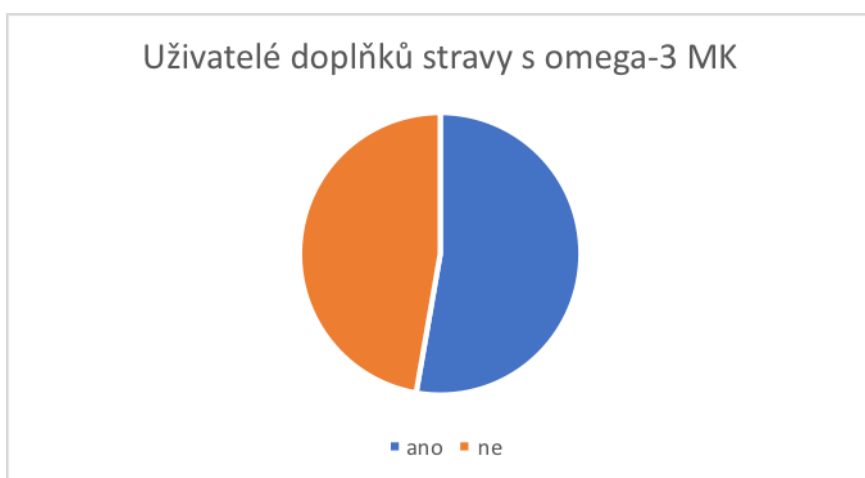
**Otázka č. 4: Užíváte doplňky stravy s omega-3 MK?**

Výsledky šetření ukázaly, že mírná většina respondentů (52,7%) už tyto přípravky zná a užívá. Menší polovina (47,3%) uvedla, že je zatím neužívá, ale rozhodla se pro jejich nákup.

*Tabulka č. 11: Uživatelé doplňků stravy*

uživatelé doplňků stravy	počet	procenta
ANO	48	52,7
NE	43	47,3
celkem	91	100

*Graf č. 4: Uživatelé doplňků stravy*



### Otázka č. 5: Užíváte tyto přípravky na doporučení lékaře?

Ti, kteří přišli do lékárny na doporučení ošetřujícího lékaře, byli v poměrně malém zastoupení (17,6%). Z vlastního rozhodnutí si opatřovala doplňky s omega-3 MK podstatně větší část zkoumaných osob.

Tabulka č. 12: Vliv doporučení lékaře

doporučení lékaře	počet	procenta
ANO	16	17,6
NE	75	82,4
<b>celkem</b>	<b>91</b>	<b>100</b>

Graf č. 5: Vliv doporučení lékaře



### Otázka č. 6: Ovlivnila vás při volbě reklama?

V oblasti volně prodejných doplňků stravy s obsahem omega-3 MK se mohli respondenti setkat ve zvýšené míře s reklamou jejich výrobců. Výsledky šetření ukázaly, že pouze malý počet zkoumaných osob přiznal (3,3%), že reklama sehrála při jejich volbě určitou roli. Větší část uvedla, že při rozhodnutí užívat tyto přípravky a při jejich výběru se nenechala ovlivnit reklamou (96,7%).

Tabulka č. 13: Ovlivnění respondentů reklamou

vliv reklamy	počet	procenta
ANO	3	3,3
NE	88	96,7
<b>celkem</b>	<b>91</b>	<b>100</b>

*Graf č. 6: Ovlivnění respondentů reklamou*



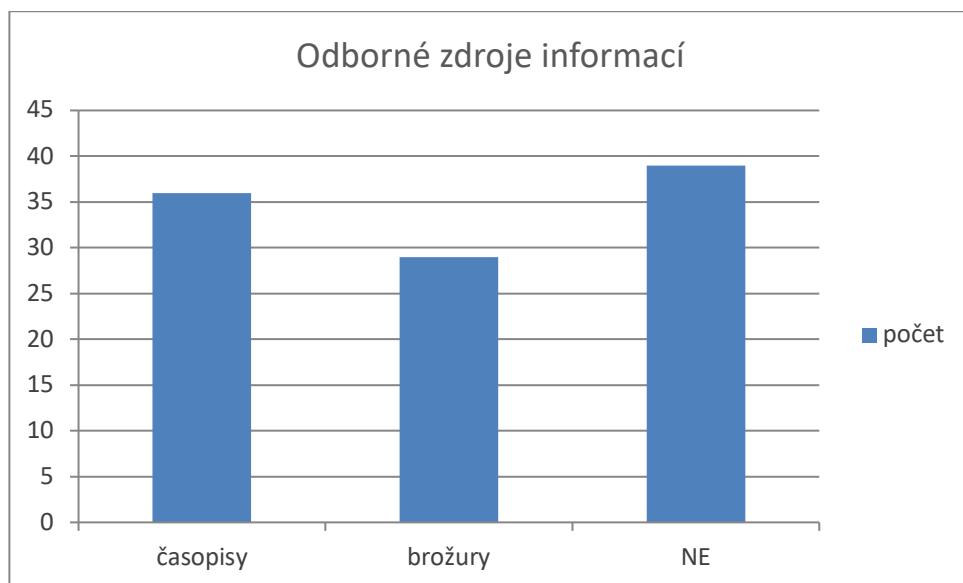
**Otázka č. 7: Čerpali jste informace z odborných zdrojů?**

Získávají uživatelé doplňků stravy s obsahem omega-3 MK informace o nich z odborných pramenů? Více než třetina na tuto otázku odpověděla záporně. Větší část respondentů hledala informace v odborných publikacích a časopisech zabývajících se touto problematikou.

*Tabulka č. 14: Získávání informací z odborných zdrojů*

odborné zdroje	počet	procenta
časopisy	36	34,6
brožury	29	27,9
NE	39	37,5

Graf č. 7: Získávání informací z odborných zdrojů



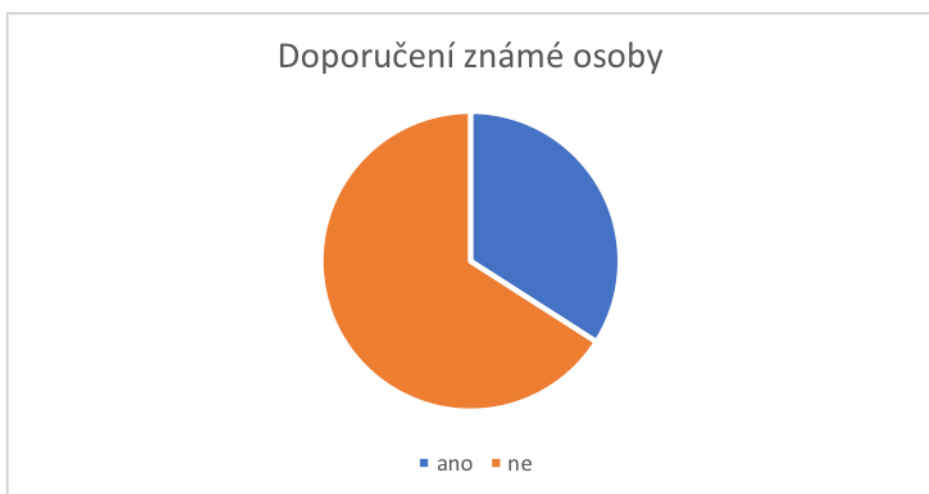
#### Otázka č. 8: Dali jste na doporučení známé osoby?

Tato otázka byla zaměřena na to, zda klienti začali s užíváním doplňků stravy s omega-3 MK na doporučení známé, pro ně důvěryhodné osoby. Z uvedených dat je možno vyčíst, že převážná většina (65,9%) se nenechala ovlivnit pouze doporučením druhé osoby, i kdyby se jednalo o osobu důvěryhodnou. Znamená to, že rozhodnutí většinou záviselo na vlastním zvážení nebo na jiných důvodech.

Tabulka č. 15: Doporučení známé osoby

doporučení známé osoby	počet	procenta
ANO	31	34,1
NE	60	65,9
<b>celkem</b>	<b>91</b>	<b>100</b>

Graf č. 8: Doporučení známé osoby



#### Otázka č. 9: Použili jste jako zdroj informací internet?

Protože zdrojem informací je pro většinu populace internet, zaměřila se tato otázka na průzkum využívání tohoto média při čerpání informací o doplňcích stravy s obsahem omega-3 MK. Bylo tak zjištěno, že internet jako zdroj informací zvolila polovina respondentů (50,5%).

Tabulka č. 16: Internet jako zdroj informací

internet - zdroj informací	počet	procenta
ANO	46	50,5
NE	45	49,5
celkem	91	100

Graf č. 9: Internet jako zdroj informací



### Otázka č. 10: Užíváte přípravky preventivně?

Tato otázka dotazníku zkoumala preventivní užívání přípravků s omega-3 MK. Z výsledků je patrné, že z tohoto důvodu je zvolila zhruba polovina respondentů (47,3%) a přibližně polovina (52,7%) pravděpodobně přistoupila k užívání při určitých zdravotních problémech.

Tabulka č. 17: Doplnky stravy s omega-3 MK jako prevence

preventivní užívání	počet	procenta
ANO	43	47,3%
NE	48	52,7%
<b>celkem</b>	<b>91</b>	<b>100%</b>

Graf č. 10: Doplnky stravy s omega-3 MK jako prevence



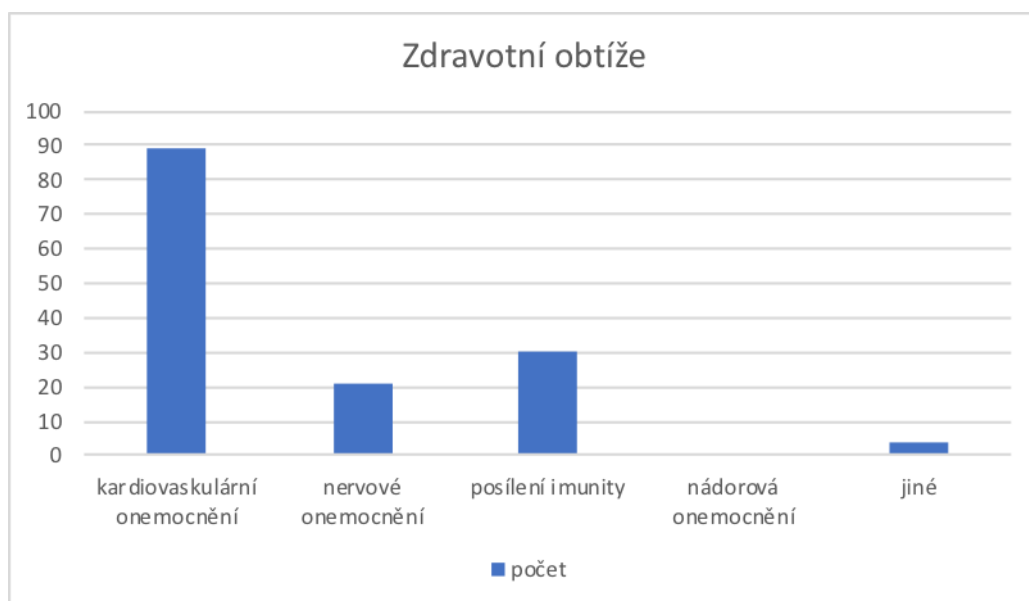
### Otázka č. 11: Rozhodli jste se pro užívání při zdravotních obtížích?

Úkolem bylo zjistit, zda byly důvodem pro užívání doplňků stravy s omega-3 MK zdravotní potíže. Na výběr zde měli respondenti z několika možností. Z uvedených údajů vyplynulo, že pro užívání se nejvíce rozhodli ti, kteří měli problémy související s kardiovaskulárními onemocněními. Druhé pořadí zaujímají respondenti, kteří chtěli posílit svůj imunitní systém. Pacienti s nervovými onemocněními následují jako třetí v pořadí. Jiné druhy onemocnění hrají roli jen okrajově, pacienti s nádorovými onemocněními nebyli v daném vzorku zastoupeni.

Tabulka č. 18: Užívání při zdravotních obtížích

zdravotní obtíže	počet
kardiovaskulární onemocnění	89
nervové onemocnění	21
posílení imunity	30
nádorová onemocnění	0
jiné	4

Graf č. 11: Užívání při zdravotních obtížích



#### Otázka č. 12: Jaký přípravek s obsahem EPA/DHA užíváte?

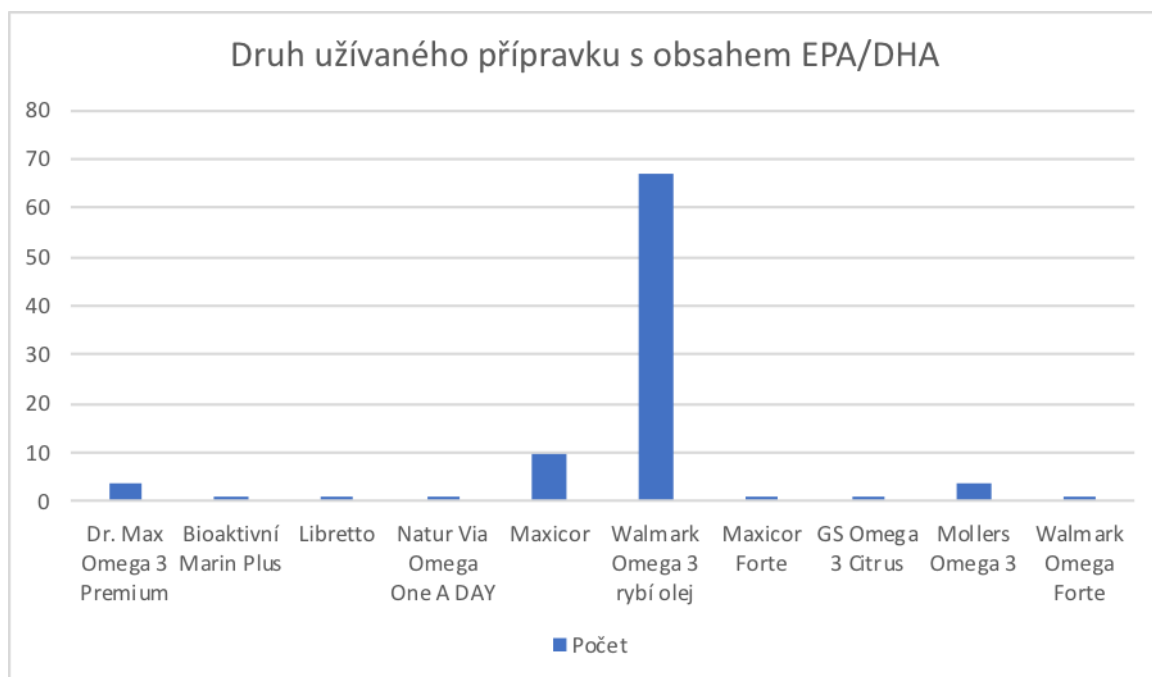
Tato otázka dotazníku byla zaměřena na druh doplňků stravy s obsahem omega-3 MK, které se v dané lékárně prodávají a které pacienti už znají a užívají, případně se pro některý z těchto produktů rozhodli.

Z šetření vyplynulo, že nejčastěji respondenti užívají přípravek Walmark Omega 3 rybí olej (67 z 91). Z ostatních doplňků stojí za zmínku Dr.Max Omega 3 Premium (4 respondenti), Maxicor (10) a Mollers Omega 3 (3). Zbývajících 6 doplňků stravy užívá malé množství respondentů (po jednom výskytu).

Tabulka č. 19: Výběr doplňků stravy s omega-3 MK

druh přípravku s omega-3 MK	počet
Dr. Max Omega 3 Premium	4
Bioaktivní Marin Plus	1
Libretto	1
Natur Via Omega One A DAY	1
Maxicor	10
Wallmark Omega 3 rybí olej	67
Maxicor Forte	1
GS Omega 3 Citrus	1
Mollers Omega 3	3
Walmark Omega 3 Forte	1

Graf č. 12: Výběr doplňků stravy s omega-3 MK



### Otázka č. 13: Ovlivnila váš výběr přípravků cena?

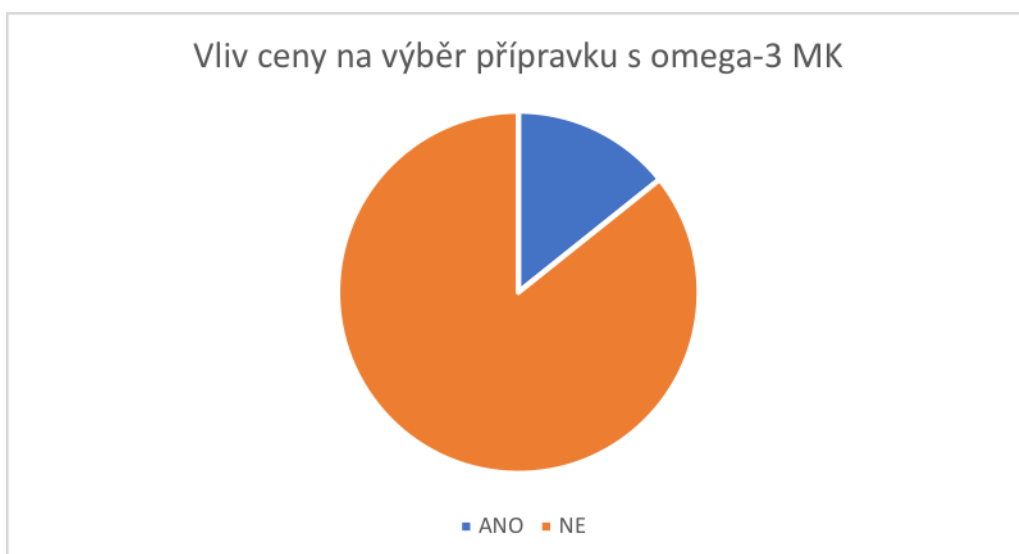
Při dotazníkovém šetření bylo záměrem zjistit, jak ovlivňuje volbu přípravku s obsahem omega-3 MK pořizovací cena. Převážná část (78 z 91) uvedla, že cena nehrála roli. Opačnou skutečnost uvedlo pouze 13 dotazovaných.

Tabulka č. 20: Volba přípravku dle ceny

vliv ceny na výběr	počet	procenta
ANO	13	14,3%
NE	78	85,7%
<b>celkem</b>	<b>91</b>	<b>100%</b>



*Graf č. 13: Volba přípravku dle ceny*



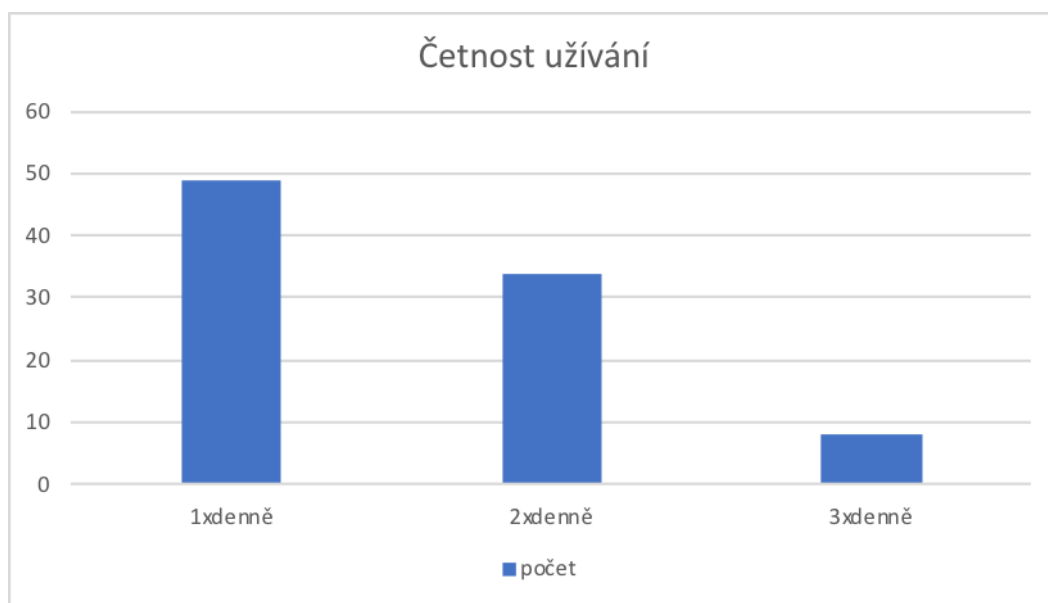
**Otázka č. 14: Jak často přípravek užíváte?**

Další otázka se zaměřila na četnost užívání doplňků stravy s obsahem omega-3 MK. Většina respondentů je užívala jednou denně (53,8% z celkového počtu 91). Dávkování dvakrát denně je zastoupeno méně (37,4%). Nejčtenější dávkování třikrát denně přiznalo necelých 9% dotazovaných.

*Tabulka č. 21: Pravidelnost užívání přípravku*

četnost užívání	počet	procenta
1x denně	49	53,8%
2x denně	34	37,4%
3x denně	8	8,8%
celkem	91	100%

*Graf č. 14: Pravidelnost užívání přípravku*



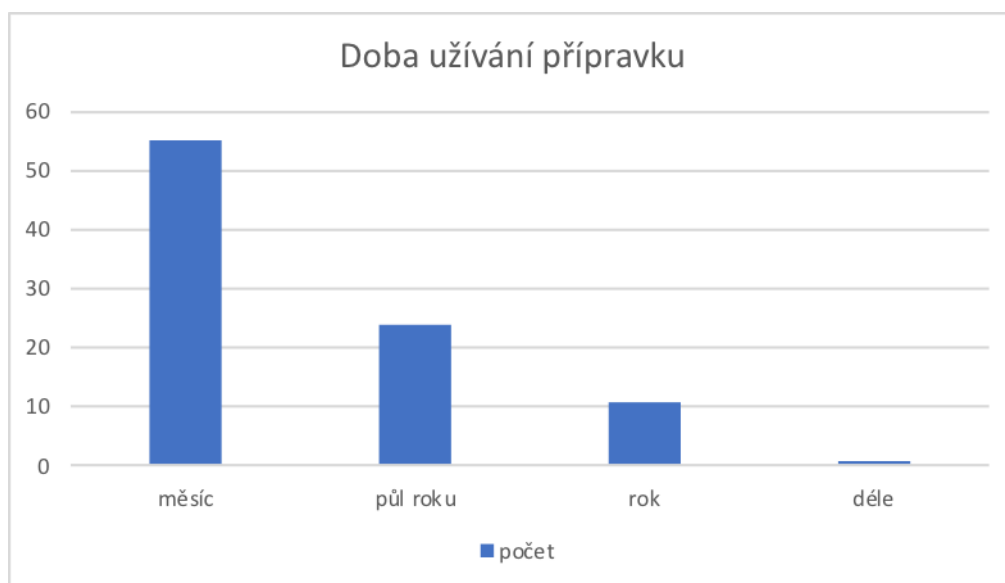
**Otázka č. 15: Jak dlouho přípravek užíváte?**

Dále se zjišťoval časový úsek, po který respondenti užívali doplňky stravy s obsahem omega-3 MK. Zjistilo se, že nejvíce dotazovaných je užívá krátkodobě (60,4% z celkového počtu 91 respondentů). Asi čtvrtina přiznala přibližně půl roku (26,4% z 91). Dlouhodobější užívání, tj. rok a déle, uvádí jen pětina.

*Tabulka č. 22: Doba užívání přípravku*

do <u>b</u> a užívání přípravku	počet	procenta
měsíc	55	60,4
půl roku	24	26,4
rok	11	12,1
déle	1	10,1
celkem	91	100 %

*Graf č. 15: Doba užívání přípravku*



#### **Otázka č. 16: Znáte množství účinné látky v tabletě?**

Tato otázka měla zjistit, zda jsou pacienti informováni o obsahu omega-3 MK v jednotlivých užívaných přípravcích, což je určitým měřítkem jejich kvality. Dotaz byl zaměřen na to, jestli respondenti znají obsah účinné látky v jedné tobolce vybraného doplňku stravy. Z uvedených výsledků vyplynulo, že více než polovina (58,2% z počtu 91) nebrala v úvahu kvalitu užívaného doplňku stravy. Neznala množství účinné látky, která byla obsažena v jedné tobolce. Tudíž se při výběru neřídila kvalitou daného produktu. Kladně odpovědělo 38 dotazovaných (tj. 41,8%).

*Tabulka č. 23: Znalost kvality přípravků u respondentů*

množství účinné látky	počet	procenta
ANO	38	41,8
NE	53	58,2
<b>celkem</b>	<b>91</b>	<b>100 %</b>

Graf č. 16: Znalost kvality přípravků u respondentů



#### Otázka č. 17: Přijímáte EPA/DHA i z jiných zdrojů?

Cílem bylo zjistit, zda respondenti doplňují příjem omega-3 MK konzumací jídel s jejich obsahem. Téměř všichni (89 z celkového počtu 91) odpověděli na tuto otázku kladně. Jen nepatrný zlomek (2 dotazovaní) přiznal pravý opak.

Tabulka č. 24: Příjem omega-3 MK z jiných zdrojů

EPA/DHA z jiných zdrojů	počet	procenta
ANO	89	97,8
NE	2	2,2
<b>celkem</b>	<b>91</b>	<b>100%</b>

Graf č. 17: Příjem omega-3 MK z jiných zdrojů



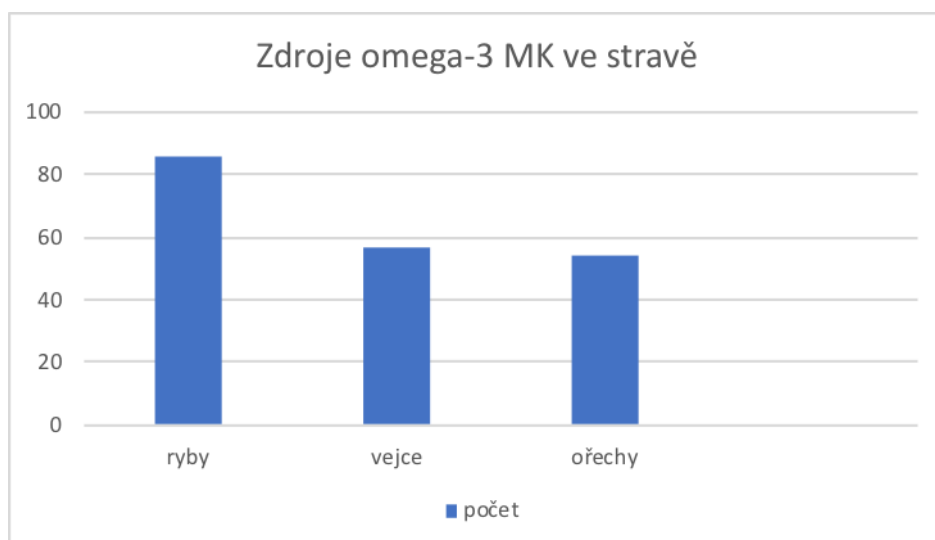
**Otázka č. 18: Z jakých jiných zdrojů čerpáte EPA/DHA?**

Tato otázka byla zaměřena na konzumaci potravy s obsahem omega-3 MK, tedy jaký druh zdrojů těchto látek mají respondenti ve své stravě. Většinou uváděli, že jejich strava obsahuje jídla z ryb (86 z celkového počtu 91). Značná část zkoumaných osob zařazuje do jídelníčku vejce (57 respondentů) a ořechy (54 z 91), které jsou významnými zdroji omega-3 MK.

Tabulka č. 25: Jiné zdroje omega-3 MK ve stravě respondentů

<b>jiné zdroje omega-3 MK</b>	<b>počet</b>
ryby	86
vejce	57
ořechy	54

*Graf č. 18: Jiné zdroje omega-3 MK ve stravě respondentů*



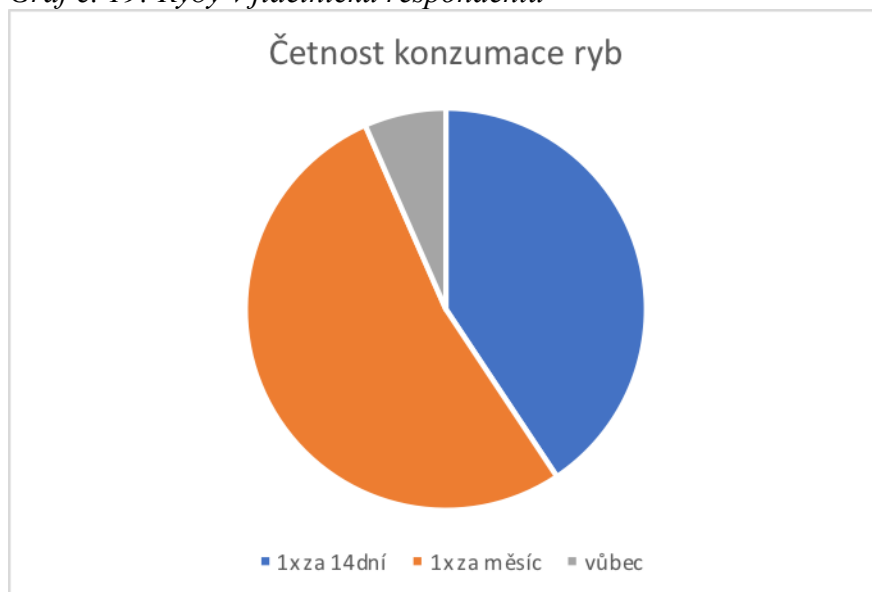
#### **Otázka č. 19: Jak často zařazujete do jídelníčku ryby?**

Cílem bylo zjistit, jak často jsou zařazována jídla z ryb do jídelníčku respondentů. Z průzkumu vyplynulo, že ani ne polovina respondentů (40,7%) konzumuje rybí pokrm alespoň jedenkrát za 14 dnů. Polovina zkoumaných osob (52,7%) uvedla jedenkrát měsíčně. Malá část vzorku respondentů (6,6%) nejí ryby vůbec.

*Tabulka č. 26: Ryby v jídelníčku respondentů*

četnost konzumace ryb	počet	procenta
1x za 14 dní	37	40,7
1x za měsíc	48	52,7
vůbec	6	6,6
<b>celkem</b>	<b>91</b>	<b>100 %</b>

*Graf č. 19: Ryby v jídelníčku respondentů*



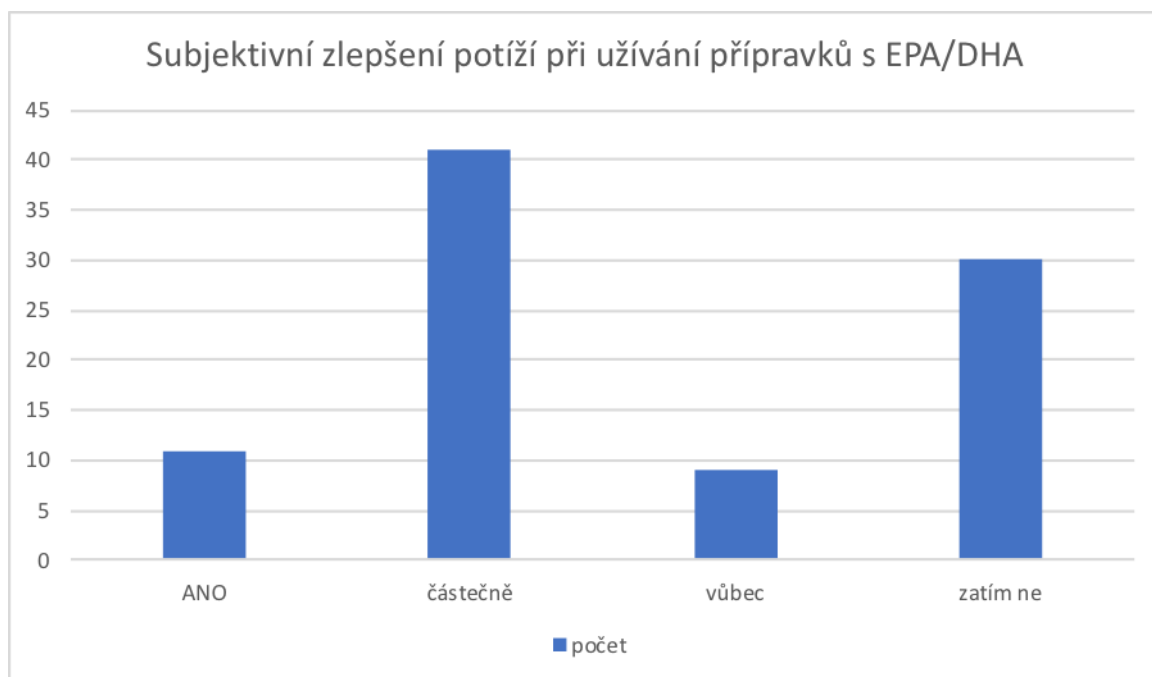
**Otázka č. 20: Pociťujete subjektivní zlepšení potíží při užívání přípravků s EPA/DHA?**

Tato otázka dotazníku zkoumala, zda respondenti pociťují subjektivní zlepšení svých obtíží v souvislosti s užíváním doplňků stravy s obsahem omega-3 MK. Pozitivně hodnotí užívání přípravků s EPA/DHA nadpoloviční většina (57,2%). Přibližně 12% udává zlepšení kondice. Třetina respondentů (32,9%) zatím pozitivní vliv nepociťuje. Žádný vliv nezaznamenala asi desetina zkoumaných osob (9,9%).

*Tabulka č. 27: Hodnocení vlivu užívání přípravků*

subjektivní zlepšení potíží	počet	procenta
ANO	11	12,1
částečně	41	45,1
vůbec	9	9,9
zatím ne	30	32,9
<b>celkem</b>	<b>91</b>	<b>100 %</b>

Graf č. 20: Hodnocení vlivu užívání přípravků



#### Otázka č. 21: Doporučili byste užívání těchto doplňků stravy příbuzným/známým?

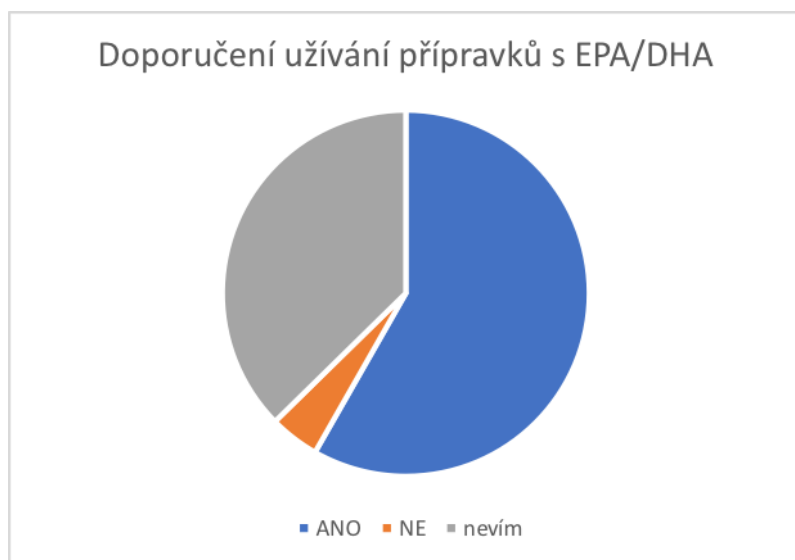
Poslední otázka dotazníku zkoumala, zda by respondenti doporučovali užívání doplňků stravy s obsahem omega-3 MK svým příbuzným či známým. Z grafu je patrné, že nadpoloviční většina (58,2% z celkového počtu) je s těmito doplňky stravy spokojena a neváhala by je doporučit svým příbuzným a známým. Asi třetina (37,4%) s doporučením váhá, zatím se pozitivní účinek užívání neprojevil dostatečně. Přípravky by nedoporučila malá část respondentů (4,4%).

Tabulka č. 28: Doporučení užívání přípravků s EPA/DHA

doporučení přípravku	počet	procenta
ANO	53	58,2
NE	4	4,4
nevím	34	37,4
<b>celkem</b>	<b>91</b>	<b>100 %</b>



*Graf č. 21: Doporučení užívání přípravků s EPA/DHA*



### 3.6 Diskuze k výsledkům šetření

Vyhodnocení výsledků šetření bylo provedeno metodou deskriptivní analýzy kvantitativních dat, která byla znázorněna do tabulek a grafů a četnost výskytu vyjádřena číselně i v procentech. Tyto výsledky byly dány do souvislosti s uvedenými předpoklady na začátku praktické části práce.

Vlastním šetřením bylo zjištěno, že doplňky stravy s obsahem omega-3 MK nakupují převážně ženy (63 z 91). Muži tvořili necelou třetinu zkoumaných (28 z 91). Tato skutečnost možná souvisí s tím, že ženy obecně mají zodpovědnější přístup ke svému zdraví, prevenci a mají větší sklony pečovat i o příslušníky vlastní rodiny. Uvědomují si, že na nich do velké míry závisí fungování domácnosti, a proto hledají cesty, jak si udržet dobrou zdravotní kondici.

Převážná většina dotazovaných dosahovala věku nad 50 let (67 respondentů z 91), přičemž největší zastoupení bylo ve věkové kategorii 60-70 let (32 dotazovaných). Tuto skutečnost je možno vysvětlit tím, že lidé v tomto věku mají diagnostikovány zdravotní obtíže - zejména kardiovaskulární onemocnění, a proto pocítují větší potřebu v oblasti prevence KVO a posílení imunitního systému. Domnívají se, že užívání doplňků stravy s obsahem omega-3 MK by mohlo alespoň částečně zlepšit jejich dosavadní stav, případně jej alespoň zachovat. Nechají se i výrazněji ovlivnit doporučeními lékařů a reklamou. Zároveň je možno vyzvednout větší odpovědnost starších respondentů ke svému zdraví. Jako druhé následuje věkové rozmezí 40-50 let, což je možno okomentovat projevem prvních příznaků souvisejících s procesem stárnutí organismu a respondenti chtějí předcházet civilizačním onemocněním. Více se také zajímají o zdravý životní styl. Jejich ekonomické zázemí bývá většinou na velmi dobré úrovni. Větší schopnost využití moderních informačních technologií jim umožňuje dobře se orientovat v dané problematice. Podle předpokladu se nejméně respondentů vyskytlo v nejnižší věkové hranici (30-40 let) a také u dotazovaných nad 80 let. Mladší generace se obecně tolik nezabývá svým zdravotním stavem, protože mívá méně zdravotních problémů, což často vede k podceňování možných zdravotních rizik a zanedbávání prevence. Navíc je často hlavním smyslem jejich života kariérní růst, případně péče o rodinu.

Podle úrovně dosaženého vzdělání v naprosté většině převažovali respondenti se středoškolským nebo vysokoškolským vzděláním (48 středoškolské, 39 vysokoškolské). Jen čtyři dosáhli základního vzdělání. Tento jev je možno vysvětlit tím, že vzdělanější část populace má větší motivaci k prevenci a péči o vlastní zdraví. Souvisí to s většími možnostmi vyhledat si potřebné informace z odborných zdrojů, dokázat je interpretovat a prakticky je využít ve svůj prospěch. U populace se základním vzděláním je porozumění odbornému textu problematické a zájem o nadstandardní péči o svůj zdravotní stav je obecně menší.

Pomocí dotazníku bylo zjištěno, že mírná většina dotázaných (52,7%) již doplňky stravy s obsahem omega-3 MK užívá. Celkem 43 respondentů uvedlo, že s jejich užíváním teprve začíná, případně má s nimi krátkodobou zkušenost (1 měsíc). Další průzkum se tedy zaměřil na ověření skutečnosti, co respondenty přimělo k rozhodnutí je užívat a jakým způsobem získávali potřebné informace. Z výsledků šetření vyplynulo, že poměrně malá část dotazovaných se rozhodla pro užívání na základě doporučení lékaře (16 respondentů z 91). Lze to vysvětlit tím, že lékaři mají obecně na své pacienty omezený čas a řeší pouze jejich aktuální zdravotní stav. Předpokládají navíc, že pacienti se sami budou zajímat o doplňky stravy, které jim pomohou zlepšit zdravotní stav, k čemuž si sami mohou dohledat potřebné informace. Odpovědnost za prevenci je tedy často ponechána právě na pacientech. Poměrně velké množství respondentů čerpalo znalosti o doplňcích stravy s obsahem omega-3 MK z odborných zdrojů – odborné publikace uvedlo 29 dotazovaných,

populárně-odborné časopisy naopak 36. Souvisí to pravděpodobně s jevem, že převážná většina zkoumaných osob dosáhla středoškolského a vysokoškolského vzdělání. Zajímavým zjištěním bylo poměrně malé zastoupení vlivu reklamy na rozhodnutí tyto doplňky stravy užívat (3 respondenti z 91). Protože reklama se v nejrůznějších sdělovacích prostředcích vyskytuje velmi často, je možné se také zamyslet nad otázkou, zda odpovědi dotazovaných byly v tomto případě pravdivé. K propagaci slouží také reklamní letáky, které se běžně vyskytují v lékárnách. Z důvodu, že většina dotazovaných dosáhla alespoň středoškolského vzdělání, můžeme se domnívat, že se nenechají reklamou tolik ovlivnit, případně ji ověřují v odborné literatuře nebo na internetu. Na otázku, zda získali informace o doplňcích stravy z internetu, odpovědělo kladně 46 respondentů, tj. 50,5%. První stanovený předpoklad byl tedy ověřen pouze částečně. Potvrdilo se, že jako zdroj informací je internet hojně využíván, i když by se dalo očekávat, že by mohl hrát úlohu u většího počtu respondentů. Vždyť v dnešní době je internet jako zdroj informací běžně využíván i starší generací. Zjištěné výsledky ale nedokazují takový vliv reklamy, jak se předpokládalo. Důvodem by mohlo být, že uvedení těchto přípravků na trh, jejich propagace i trend zvýšeného zájmu o ně proběhl v minulých letech.

Dalším předpokladem bylo, že na rozhodnutí pro užívání doplňků stravy s obsahem omega-3 MK měly vliv zdravotní obtíže respondentů, případně byla důvodem prevence. Ověřením tohoto předpokladu se zabývaly dvě otázky dotazníku (10. a 11.), zároveň byl předmětem šetření také druh zdravotních obtíží dotazovaných. Při vyhodnocování výsledků bylo zjištěno, že necelá polovina (43 respondentů z 91) používá tyto přípravky z preventivních důvodů. Další vedly k užívání určité zdravotní obtíže. V převážné většině to byly poruchy kardiovaskulárního systému (80 pacientů). Další v pořadí bylo posílení imunitního systému (30 dotazovaných). Osoby, které se rozhodly na základě problémů nervového původu, byly zastoupeny v počtu 21. Jiné zdravotní obtíže (atopický ekzém, suché oko, klouby) uvedli čtyři dotazovaní. Indikace nádorových onemocnění se u nikoho nevyskytla. Zjištěné skutečnosti potvrzují, že nadpoloviční většina respondentů se rozhodla pro užívání na základě svých zdravotních obtíží. Pro poměrně vysoký počet dotazovaných (43 z 91) byla tou hlavní motivací prevence. Tím se uvedený předpoklad potvrdil. Je pochopitelné, že lidé se zdravotními problémy se o svůj zdravotní stav systematicky a dlouhodobě zajímají a to je vede k hledání možností, jak jej zlepšit. Značná část souboru si také uvědomuje význam prevence pro své zdraví.

Další část dotazníkového šetření se zaměřila na to, jaké druhy přípravků s obsahem omega-3 MK respondenti nakupují, zda je správně užívají a mají povědomí o jejich kvalitě. Byl stanoven předpoklad, že převážná část uživatelů nemá dostatečné informace o jejich kvalitě a účinnosti. Výsledky ukázaly, že pacienti nakupují ty doplňky stravy, které jsou v lékárně běžně k dostání. Více než dvě třetiny (67 z 91) nakupují a užívají přípravek Walmark Omega 3. Následuje přípravek Maxicor firmy Pharmax (10 dotazovaných), dále Mollers Omega 3 (7 klientů). Další přípravky, jako jsou Dr.Max Omega 3 Premium, Bioaktivní Marin Plus, Libretto, Natur Via Omega One A Day, Maxicor Forte, GS Omega 3 Citrus, Walmark Omega 3 Forte, byly nakupovány v řádu jednotek. Lze vyslovit domněnku, že výběr určitého přípravku může být ovlivněn nejrůznějšími faktory, jako např. jeho cenou, doporučením prodávajícího, v některých případech i informacemi o jeho účinnosti a reklamou. Vliv ceny na volbu doplňků stravy s obsahem omega-3 MK přiznalo pouze 13 respondentů. Většina (78 z 91) uvedla, že cena nebyla rozhodující. Dalo by se přitom očekávat, že cenou se bude řídit větší počet dotazovaných. Je možné, že většina oslovených měla dobré finanční zázemí. Lze tedy usoudit, že lidé si vybírají značku přípravku dle recenzí, doporučení, menší část se řídí množstvím účinné látky nebo se nechá ovlivnit reklamou.

Průzkum dále ukázal, že polovina pacientů užívala doplněk stravy s obsahem omega-3 MK jednou denně (49 z 91), dvakrát denně 34 respondentů. Větší četnost uvedlo 8 dotazovaných. Při zjišťování doby pravidelného užívání těchto přípravků byly zjištěny tyto informace: většina dotazovaných (55 z 91) je užívala krátkodobě (asi měsíc), půlroční užívání uvádělo 24 respondentů, roční 11. Pouze jedna šetřená osoba užívala tento typ doplňku stravy dlouhodobě.

V úvodu praktické části byl stanoven předpoklad, že respondenti nemají dostatek informací o účinnosti těchto přípravků. O jejich kvalitě rozhoduje množství účinné látky v jedné tobolce. V dotazníku uvedlo 38 respondentů, že toto množství účinné látky zná. Většina (53 z 91) tuto informaci neměla, což potvrdilo náš předpoklad, že respondenti kvalitu doplňků stravy s obsahem omega-3 MK předem neznají. Tato skutečnost souvisí s tím, že uživatelé důkladněji nezjišťují obsah účinných látek v doplňcích stravy. Složení těchto přípravků musí být uvedeno na obale každého balení. Problémem je, že doplňky stravy nejsou schvalovány SÚKLEM ani jinou institucí. Provozovatel potravinářského podniku, který vyrábí nebo uvádí na trh doplněk stravy, má pouze povinnost zaslat na Ministerstvo zemědělství český text označení (včetně povinných informací), což bude uvedeno na obale výrobku. Před uvedením produktu na trh tak nejsou prováděny rozborů pro kontrolu obsahu účinných látek. Ty se provádějí pouze namátkově v rámci pravidelných kontrol dozorových orgánů. Některé doplňky stravy obsahují významně menší množství účinné látky, než je deklarováno na obale. Dochází zde ke klamání spotřebitelů a tím i jejich ekonomické újmě. Pochopitelně jsou tyto výrobky málo účinné.

Základem posledního předpokladu byla domněnka, že respondenti tyto doplňky stravy nakupují, protože jejich strava neobsahuje dostatečné množství omega-3 MK. Proto závěrečná část dotazníku zkoumala, zda dotazovaní kromě doplňků stravy s obsahem omega-3 MK je přijímají také prostřednictvím stravy, která je jejich přirozeným zdrojem (konzumace především ryb, ořechů a vajec). Naprostá většina uvedla, že doplňuje EPA/DHA také z jiných zdrojů (89 z 91), pouze 2 osoby zmínily pravý opak. Celkem 86 zkoumaných osob přiznalo konzumaci ryb, 57 konzumaci vajec a 54 konzumaci ořechů. Je tedy patrné, že někteří z nich mají v jídelníčku obsaženy všechny uvedené zdroje. Účinným zdrojem fyziologicky aktivních EPA a DHA jsou pouze mořské ryby. Zdroje ALA (hlavně olejnatá semena) jsou po fyziologické stránce podstatně méně významné. Dále vyplynulo, že respondenti ryby konzumují málo, výrazně méně, než je doporučeno. Celkem 37 dotazovaných uvedlo konzumaci ryb jednou za 14 dní, 48 respondentů jednou měsíčně, 6 osob je nemá v jídelníčku vůbec. Aby efekt příjmu omega-3 MK stravou byl vyhovující, bylo by třeba pokrmy z ryb do jídelníčku zařazovat častěji (ideálně dvakrát týdně). Předpoklad, že doplňky stravy s obsahem omega-3 MK jsou užívány z důvodu jejich nedostatku ve stravě, se výsledky průzkumu zcela nepotvrdil. Důvodem může být i neznalost respondentů, jaké množství omega-3 MK přijme člověk ve stravě a v jakých potravinových zdrojích jsou obsaženy. Skutečnost, že se dotazovaní rozhodli pro nákup těchto přípravků, dokazuje jejich úmysl doplnit množství omega-3 MK prostřednictvím doplňků stravy, které tyto látky obsahují.

Závěr dotazníku se soustředil na zjištění spokojenosti respondentů se zakoupeným doplňkem stravy s obsahem omega-3 MK. Částečné zlepšení subjektivních potíží uvedlo 41 respondentů, 11 bylo spokojeno, třetina (30 dotazovaných) zatím nepocituje zlepšení svých potíží a devět klientů zlepšení vůbec nezaznamenalo. Poměrně velká část uvedla, že zatím zlepšení nepocituje. Jednalo se zřejmě o respondenty, kteří doplněk stravy s obsahem omega-3 MK užívali krátkodobě. Více než polovina zkoumaných osob by užívání přípravků doporučila příbuzným a známým (53 z 91). Celkem 34 respondentů označilo odpověď „nevím“ a čtyři uvedli zamítavé stanovisko.

Na základě těchto zjištění lze konstatovat, že převážná část zkoumaných osob hodnotí užívání doplňků stravy s obsahem omega-3 MK pozitivně a je přesvědčena o správnosti svého rozhodnutí užívat je pravidelně. Je to pro ně součástí péče o zdraví a případně prevencí při předcházení výše zmíněných zdravotních obtíží.

## 4 Závěr

Již řadu let poutá pozornost otázka působení omega-3 polynenasycených mastných kyselin s dlouhým řetězcem na růst a vývoj mozku, regulaci krevního tlaku, srážení krve, zánětlivé a imunologické reakce, funkci ledvin. Přes nejrůznější experimentální studie nejsou závěry jednoznačné. Zatím není možné s přesností určit, v jaké formě a dávce se mají omega-3 polynenasycené mastné kyseliny podávat k dosažení zdravotního prospěchu nebo k účinné prevenci. Jejich přirozené zdroje (tučné mořské ryby, řasy) se stále jeví v porovnání s doplňky stravy jako nejlepší. Platí to obecně o všech biologicky aktivních látkách v potravinách. Přirozené zdroje totiž obsahují kromě těchto látek i další složky, které zvyšují jejich účinnost, vstřebatelnost, využitelnost a mají i další pozitivní specifické aspekty. Například u ryb se jedná o obsah vitamínu D, jódu, oleje, vitamínu E, který chrání polynenasycené kyseliny proti oxidaci. Konzumace těchto zdrojů je v ČR stále nedostačující. Důvodů může být několik. Jsme vnitrozemský stát, z dlouhodobého hlediska převažuje konzumace ryb sladkovodních, protože nabídka mořských ryb je omezená dovozem. V souvislosti s tím se objevuje problém jejich kvality (čerstvost x zmrazování) a v neposlední řadě i ceny. Určitá část populace není zvyklá pravidelně tyto ryby konzumovat, vyskytují se také formy alergie na ryby a mořské plody.

Dalšími přirozenými zdroji je rostlinná strava (např. rostlinné oleje) obsahující ALA, ze které v těle probíhá přeměna na DHA a EPA. Žádoucí by byla konzumace dostatečného množství vhodných olejů (řepkový, lněný, chia), ale část populace preferuje pouze tradiční druhy, jako jsou olivový nebo slunečnicový olej. Navíc přeměna omega-3 MK z ALA není dostačující. Nabízí se proto otázka, jakým způsobem je možno zajistit žádoucí příjem omega-3 MK. V současnosti je nutné se zamyslet i nad přirozenými zdroji, ovšem problémem jsou zhoršující se podmínky v mořích a oceánech – znečištění vod, velké objemy výlovů ryb. Hledají se proto nové zdroje, např. řasy produkující omega-3 MK, řešením mohou být umělé chovy ryb a také doplňky stravy a obohacené potraviny.

Doplňky stravy jsou u nás běžně dostupné, legislativně schválené výrobky patřící mezi potraviny. Velká část populace však o nich nemá správné informace, někteří je považují za druh léčiv, jiní za potravinu, která jim plně nahradí přirozené zdroje. Obě stanoviska nejsou správná. Užívání DS s obsahem omega-3 MK se opírá o schválená výživová a zdravotní tvrzení. EFSA provedl řadu vědeckých posouzení týkajících se této problematiky a stanovil prospěšný denní příjem EPA/DHA v rozmezí 2-4 g. Navíc došel k závěru, že pro prevenci zdraví dospělých a dětí je příjem 250 mg denně dostatečný. Zároveň konstatoval, že doplňkový příjem EPA/DHA až do výše 5 g/den nezvyšuje podle názoru odborníků riziko výskytu nežádoucích zdravotních účinků. Z těchto skutečností vyplývá, že užívání doplňků stravy s obsahem omega-3 MK není rizikem pro zdravotní stav pacientů.

Cílem této práce bylo pomocí dotazníkového šetření zjistit informovanost návštěvníků lékárny o vybraných druzích doplňků stravy s obsahem omega-3 polynenasycených mastných kyselin, a rovněž důvody, které hrály úlohu v jejich rozhodnutí je užívat. V popředí zájmu byly také informace o kvalitě přípravků a způsobu jejich užívání. V neposlední řadě se průzkum zaměřil na získávání omega-3 polynenasycených mastných kyselin z původních zdrojů, jako jsou ryby, vejce a ořechy, a zda doplňky stravy nahrazují tento příjem. Je nutné však upozornit, že výsledky šetření, které jsou podrobně uvedeny v diskuzi, nelze zcela generalizovat na populaci v České republice, protože výzkum proběhl pouze v jedné lékárně na náhodně vybraných klientech, kteří užívali doplňky stravy s obsahem omega-3 MK převážně krátkodobě.

Těchto doplňků stravy je na trhu poměrně velké množství. V této práci je uveden přehled přípravků dostupných ve zkoumané lékárně (Rožnov pod Radhoštěm, Zlínský kraj). U jednotlivých druhů je třeba rozlišit množství účinné látky (obsah EPA/DHA) v jedné lékové formě, četnost denního užívání vzhledem k doporučenému množství EPA/DHA, případně kvalitu přípravků vzhledem k druhu a místu výskytu lovených ryb, ze kterých jsou preparáty vyráběny. Podstatou jejich složení je upravený rybí olej spolu s dalšími složkami, např. vitamíny. Problematická však může být kvalita rybího oleje a jeho zdrojů. Z tohoto hlediska jsou doporučovány ryby jako např. tuňák, losos, sled', a to především získané lovem, u kterých je obsah polynenasycených mastných kyselin nejvyšší. Pokud jsou k výrobě použity ryby z umělých chovů, je obsah těchto kyselin menší, protože tuto skutečnost ovlivňuje i způsob jejich krmení. Kvalitní doplněk stravy s obsahem omega-3 MK by měl obsahovat v jedné lékové formě dostatečné celkové množství rybího oleje (nejčastěji je to 1000 mg), dále příznivý poměr množství EPA/DHA a přiměřené množství vitamínu E, který jako antioxidant ovlivňuje kvalitu rybího oleje. Průzkumem bylo zjištěno, že respondenti si vybírali druh přípravku dle nabídky lékárny (nejvíce preferován Walmark Omega 3) a dali na doporučení prodávajícího.

Užívání doplňků stravy s obsahem omega-3 MK je podle mého názoru ovlivněné nejrůznějšími okolnostmi. Zvýšený zájem je možno vysledovat např. v období uvedení nového přípravku na trh, což je spojené s cílenou reklamou v médiích. Dalším faktorem je současný zájem o zdravý životní styl určité části populace. Doplňky stravy vyhledávají často lidé, u nichž se projevují příznaky různých civilizačních onemocnění, popř. ti, kteří chtějí posílit svůj imunitní systém. Zvýšený zájem bývá zaznamenán také v určitých obdobích roku, zejména v prosinci před Vánocemi jsou oblíbenou formou dárků např. pro seniory, na jaře a na podzim pro posílení imunity. Od užívání doplňků stravy s obsahem omega-3 polynenasycených mastných kyselin se očekává subjektivní zlepšení zdravotních potíží jejich uživatelů, anebo preventivní působení na lidský organismus.

Uživatelé těchto doplňků stravy mohou vybírat z široké nabídky produktů, které se liší kvalitou i cenou. Protože se jedná o volně prodejné přípravky, závisí jejich výběr zcela na svobodném rozhodnutí každého zájemce. Měli by si však uvědomit, že jde o doplňky stravy, u nichž mají zaručenou zdravotní nezávadnost, ale nezaručenou klinickou účinnost. Vodítkem při výběru by pro ně mohl být renomovaný výrobce a udávané složení výrobku. To by mělo být uvedeno na balení každého výrobku a mělo by obsahovat přesný výpis a poměr jednotlivých složek přípravku. Může však docházet ke klamání spotřebitelů, např. že v lékové formě je nižší obsah účinné látky, než je deklarováno na obalu. Kvalitu jednotlivých výrobků lze dohledat v odborných zdrojích (např. i na internetu), které se kvalitou doplňků stravy zabývají, např. D-test SZÚ. Běžný spotřebitel však tak důkladně podrobné informace nehledá a řídí se spíše různými doporučeními, reklamou nebo nabídkou lékáren.

Závěrem lze tedy říci, že uživatelé by si sami měli ohlídat kvalitu těchto doplňků stravy, řídit se údaji o obsahu žádoucích látek, zohlednit také výrobce a doufat, že se jedná o výrobek s deklarovaným obsahem. Dobrým vodítkem by mohlo být doporučení ošetřujícího lékaře, pokud je přípravek užíván při zdravotních obtížích. Nejlepší cestou je ovšem zajištění potřebného množství omega-3 polynenasycených mastných kyselin zvýšenou konzumací rybích pokrmů, jak ukazují epidemiologické údaje. Teprve poté by jejich deficit mělo nahradit užívání doplňků stravy.

## 5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Agentura EMA potvrzuje neúčinnost léčivých přípravků obsahujících omega-3 mastné kyseliny v prevenci dalších srdečních potíží po infarktu myokardu [online]. Amsterdam: EMA/328211/2019, [cit. 2019-06-06]. Dostupné z: [https://www.ema.europa.eu/en/documents/referral/omega-3-acid-ethyl-esters-ema-confirms-omega-3-fatty-acid-medicines-are-not-effective-preventing\\_cs.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/referral/omega-3-acid-ethyl-esters-ema-confirms-omega-3-fatty-acid-medicines-are-not-effective-preventing_cs.pdf).

BRÁT J., DOSTÁLOVÁ J., HERBER O. Tuky – metaanalýzy, nové doporučené dávky, novinky v legislativě 2009/2010. *Praktický lékař*. Praha: ČLS J.E.Purkyně, 2011, 91 (2), 91-95. ISSN 0032-6739.

BRÁT, Jiří, DOLEŽAL, Marek, DOSTÁLOVÁ, Jana. *Mastné kyseliny, tuky a jejich dostupnost na trhu v České republice*. Praha: Medical Tribune, 2014.

BRÁT, Jiří, DOLEŽAL, Marek. Složení tuků v maloobchodní síti v roce 2016 [online]. Potravinářská revue 216, 18 (3), 14-18, [cit. 2020-07-08]. Dostupné z: <http://www.agral.cz/LinkClick.aspx?fileticket=aGRKdVeb8ic%3D&tabid=730&language=cs-CZ>.

BRÁT, Jiří. *Řepkový olej má nejvhodnější složení mastných kyselin*. Praha, 2020. [online], [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: [https://www.vimcojim.cz/magazin/clanky/o-vyzive/Repkovy-olej-ma-nejvhodnejsi-slozeni-mastnych-kyselin\\_\\_s10010x19711.html](https://www.vimcojim.cz/magazin/clanky/o-vyzive/Repkovy-olej-ma-nejvhodnejsi-slozeni-mastnych-kyselin__s10010x19711.html).

BRÁT, Jiří. *Tučná fakta o tucích*. 1. vydání. Praha: Potravinářská komora České republiky, 2018. ISBN 978-80-88019-30-5.

BRÁT, Jiří. Tuky v potravinách z pohledu zdraví [online]. *AtheroRev*, 2018, 3 (1), 7-14, [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/athero-review/2018-1/tuky-v-potravinach-z-pohledu-zdravi-63201>.

BRÁT, Jiří. Vývoj výživových doporučení pro tuky. *Výživa a potraviny*. Praha: Výživa servis, 2015, 25 (6), 146-149. ISSN 1211-846X.

Centrum pro databázi složení potravin: Databáze složení potravin ČR, verze 8.20 [online]. Praha: Ústav zemědělské ekonomiky a informatiky, 2020. Dostupné z: <http://www.nutridatabase.cz/>

DLOUHÝ, Pavel, ANDĚL, Michal. Jak se mění pohled na tuky ve výživě. *Interní medicína pro praxi* [online]. Olomouc: Solen, 2009, 11 (12), 549-551. Dostupné z: [https://www.solen.cz/artkey/int-200912-0005\\_Jak\\_se\\_meni\\_pohled\\_na\\_tuky\\_ve\\_vyzive.php](https://www.solen.cz/artkey/int-200912-0005_Jak_se_meni_pohled_na_tuky_ve_vyzive.php).

DOSTÁLOVÁ, Jana, DOLEŽAL, Marek. Výživové hodnocení tuků a olejů nejčastěji používaných v České republice. *Výživa a potraviny* [online], 2014, 3, 66-68. Dostupné z: <https://www.preolfood.cz/vse-o-repkovem-oleji/vyzivove-hodnoceni-tuku-a-oleju-nejcasteji-pouzivanych-v-ceske-republice>.



DOSTÁLOVÁ, Jana. Tuky v potravinách a jejich hodnocení. *Interní medicína pro praxi*[online]. Olomouc: Solen, 2011, 13(9), 347-349. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2011/09/08.pdf>

EFSA posuzoval bezpečnost omega 3 mastných kyselin s dlouhým řetězcem. Informační centrum bezpečnosti potravin, [online]. [cit. 2019-11-16]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/efsa-posuzoval-bezpecnost-omega-3-mastnych-kyselin-s-dlouhym-retezcem.aspx>.

ELMADF I. Požadavky na kvalitu tuků z preventivně lékařského hlediska. Předneseno na sympoziu Společnosti pro výživu „Prevence výživou v Praze dne 1.12.1995. *Výživa a potraviny*. Praha: Společnost pro výživu, 1996, 51 (5), 153-154. ISSN: 1211-846X.

FDA approves EPANOVA for the treatment of adults with severe hypertriglyceridemia. Dostupné z: <https://www.astrazeneca-us.com/media/press-releases/2014/epanova-press-release-20140506.html#!>

GROFOVÁ, Zuzana. Mastné kyseliny. *Medicína pro praxi* [online]. Olomouc: Solen, 2010, 7 (10), 388-390, [cit. 2019-12-12]. ISSN 1803-5310. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2010/08/10.pdf>.

HOLMANNOVÁ, Drahomíra, KOLÁČKOVÁ, Martina, KREJSEK, Jan. Resolviny, maresiny a 14, 21-dihydroxyDHA-lipidové mediátory s protizánětovými a reparačními účinky vzniklé přeměnou ω-3 nenasycených mastných kyselin. *Alergie* [online]. Praha: Tigis, 2012, 14 (4), 262-265. ISSN 1212-687X. Dostupné z: <https://www.medvik.cz/bmc/link.do?id=bmc13005319>.

HOLMANNOVÁ, Drahomíra, Martina KOLÁČKOVÁ a Jan KREJSEK. Resolviny, maresiny a 14, 21-dihydroxyDHA – lipidové mediátory s protizánětovými a reparačními účinky vzniklé přeměnou ω-3 nenasycených mastných kyselin. *Alergie*. Praha: Tigis, 2012, 14 (4), 262-265. ISSN 1212-3536.

<http://www.EMA.europa.eu/EN/documents/referral/omega-3-acid-ethylesters-annes-ii-cs>.

Jak vybrat chia semínka [online]. [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: [https://www.dtest.cz/clanek-6876/jak\\_vybrat\\_chia\\_seminka](https://www.dtest.cz/clanek-6876/jak_vybrat_chia_seminka)

JENSEN, C. L., LAPILLONNE, A., *Docosahexaenoic acid and lactation. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids* [online]. August-September 2009, 81 (2-3), 175-178 [cit. 2019-09-06]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0952327809000970>.

JIRÁK, R., ZEMAN, M. Vliv omega-3 a omega-6 nenasycených mastných kyselin na psychické poruchy. *Česká a slovenská psychiatrie*. Praha: Galén, 2007, 103 (8), 420-426. ISSN 1212-0383.

Jsou omega-3 kyseliny zbytečné v prevenci srdečních chorob? *Medical Tribune CZ*, [online]. [cit. 2019-10-29]. Dostupné z: <https://www.tribune.cz/clanek/43085-jsou-omega-kyseliny-zbytecne-v-prevenci-srdecnich-chorob>.

KASPER, Heinrich. *Výživa v medicíně a dietetika*. 11. vydání. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-4533-6.

Konopné semínko [online]. 2013. [cit. 2020-07-28]. Dostupné z: [https://www.celostnimedicina.cz/konokne\\_seminko.htm](https://www.celostnimedicina.cz/konokne_seminko.htm)

KOPECKÝ, Jan. Na obhajobu omega-3 mastných kyselin. *Medical Tribune CZ* [online], 2011, 7 (4), [cit. 2019-10-03]. ISSN 1214-8911. Dostupné z: <https://www.tribune.cz/clanek/21632-na-obhajobu-omega-mastnych-kyselin>.

KOPECKÝ, Jan, PELIKÁNOVÁ, Terezie. *Účinky omega 3 polynenasycených mastných kyselin u diabetiků 2. typu - nové mechanismy pro cílenou terapii*. Praha: Fyziologický ústav (Akademie věd ČR), 2016.

KOTOLOVÁ, Hana, HAMMER, Tomáš. Zánět jako součást patofyziologie deprese a možnosti jeho ovlivnění polynenasycenými mastnými kyselinami. *Praktické lékařství*. Olomouc: Solen, 2019, 15 (3), 140-143. ISSN 1801-2434.

LANGMAIEROVÁ, Kateřina, VACHOVÁ, Marta. Vitamin D a roztroušená skleróza. *Klinická farmakologie a farmacie* [online]. Olomouc: Solen, 2016, 30 (2), 29-31. Dostupné z: <https://www.klinickafarmakologie.cz/pdfs/far/2016/02/06.pdf>.

LI, X., BI, X., WANG, S., ZHANG, Z., LI, F., ZHAO, A.Z., Therapeutic Potential of  $\omega$ -3 Polyunsaturated Fatty Acids in Human Autoimmune Diseases. *Frontiers in Immunology* [online]. 2019, vol. 10 [cit. 2019-09-27]. DOI:10.3389/fimmu.2019.02241. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31611873>.

MATOUŠ, Bohuslav et al. *Základy lékařské chemie a biochemie*. 1. vydání. Praha: Galén, 2010. ISBN 978-80-7262-702-8.

NEUWIRTHOVÁ J., GÁL B., SMILEK P., URBÁNKOVÁ P., KOSTŘICA, R. Protinádorový efekt rybího oleje – mýtus, nebo realita? *Klinická onkologie*. Onkol. Brno: Ambit Media, 2016, 29 (2), 100-106. ISSN 1802-5307.

NEVRLÁ, Martina, MATĚJOVÁ, Halina. Význam polynenasycených mastných kyselin během těhotenství a při kojení, jejich zdroje a přívod. *Výživa a potraviny*. Praha: Společnost pro výživu, 2015, 70 (4), 99-103. ISSN 1211-846X.

NOVÁK, František. *Vliv různého složení mastných kyselin v domácí parenterální výživě na metabolismus tuků a ukazatele zánětu*. Praha: Všeobecná fakultní nemocnice, 2016.

Omega 3 mastné kyseliny. Informační centrum bezpečnosti potravin. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92481.aspx>.

POMPÉIA, C., LOPES, L. R., MIYASAKA, C. K., PROCÓPIO, J., SANNOMIYA, P., CURI, R. Effect of fatty acids on leukocyte function. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* [online]. November 2000, 33 (11), 1255-1268. ISSN 1414-431X. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11050654>.

RICHTER, Richard. Doporučení pro lékařenskou praxi. Rybí olej (omega-3 polynenasycené mastné kyseliny), 2016. Dostupné z: <https://lekarnici.cz/getattchment/VZdelavani/Doporucene-postupy/Doporuceni-pro-lekarniky>.

ROMANKO, Igor, VRABLÍK, Michal, INGRISCHOVÁ, Michaela. Praktické poznámky ke konzumaci tuků ve vztahu k ateroskleróze a kardiovaskulárním příhodám. [online]. *Interní med.* 2018, 20 (4), 178-182, [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: [https://www.internimediceina.cz/artkey/int-201804-0004\\_Prakticke\\_poznamky\\_ke\\_konzumaci\\_tuku\\_ve\\_vztahu\\_k\\_ateroskleroze\\_a\\_kardiovas\\_kularnim\\_prihodam.php](https://www.internimediceina.cz/artkey/int-201804-0004_Prakticke_poznamky_ke_konzumaci_tuku_ve_vztahu_k_ateroskleroze_a_kardiovas_kularnim_prihodam.php).

RUPRICH, J. et al. *Polovina maminek má v mateřském mléce málo kyseliny dokosahexaenové (DHA) pro správný vývoj dětí!* [online]. Centrum zdraví, výživy a potravin Brno, Státní zdravotní ústav Praha, [cit. 2019-11-27]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/bezpecnost-potravin/polovina-maminek-ma-v-materskem-mlece-malo-kyseliny>.

RUPRICH, J. Může řepka nahradit zdravý omega-3 rybí tuk – bude Česko velkoproducent EPA-DPA-DHA? [online], [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/bezpecnost-potravin/repka-muze-nahradit-zdravy-omega-3-rybi-tuk-muze-byt-cesko>.

SLÍVA, Jiří. Současné možnosti preventivního ovlivnění poklesu kognitivních funkcí. *FarmiNews*. Praha: Edukafarm, 2010, 7 (1), 36-37. ISSN 1214-5017.

STRÁNSKÝ, Pavel. *Výživová a zdravotní tvrzení: čeká nás revoluce na trhu s doplňky stravy?* [online]. Praha: PharmaNews, 2015, [cit. 2020-07-18]. Dostupné z: <http://www.pharmanews.cz/clanek/vyzivova-a-zdravotni-tvrzeni-ceka-nas-revoluce-na-trhu-s-dopl-ky-stravy/>.

SVACHINA, Štěpán et al. *Klinická dietologie*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2008.

ŠTRAMOVÁ X., HAMPL R., ŠTĚPÁN J., KANDĚAR R. Úloha mastných kyselin v membráně spermií. *Česká gynekologie* [online]. Praha: ČLS JEP, 2014, 79 (2), 103-106, [cit. 2019-10-08]. ISSN 1805-4455. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/ceska-gynekologie/2014-2-11/uloha-mastnych-kyselin-v-membrane-spermii-48691>.

TREBATICÁ, Jana, ĎURAČKOVÁ, Zdenka. Můžu omega-3 mastné kyseliny ovplyvnit duševné zdravie? *Česká a slovenská psychiatrie*. Praha: Galén, 2015, 111 (5), 215-221. ISSN 1212-0383.

TVRZICKÁ, E., STAŇKOVÁ, B., VECKA, M., ŽÁK, A. Mastné kyseliny 1. Výskyt a biologický význam. *Časopis lékařů českých*. Praha: Nakladatelské a tiskové oddělení ČLS JEP, 2009a, 148 (1), 16-24. ISSN 1803-6597.

TVRZICKÁ, Eva, STAŇKOVÁ, B., VECKA, M., ŽÁK, A. Mastné kyseliny 2 Fyziologický a klinický význam. *Časopis lékařů českých*. Praha: Nakladatelské a tiskové oddělení ČLS JEP, 2009b, 148 (3), 116-123. ISSN 1803-6597.

Ukázkový jídelníček. [online]. Praha, 2020,[cit.2020-07-04]. Dostupné z: <https://www.mojemedicina.cz/pruvodce-pacienta/diagnozy/obezita/hubnuti/ukazkovy-jidelnicek.html/>

VACHOVÁ, Marta, DUŠÁNKOVÁ, Jana, ZÁMEČNÍK, Libor. Symptomatická léčba roztroušené sklerózy. *Neurologie pro praxi* [online]. Olomouc: Solen, 2008, 9 (4), 226-231. Dostupné z: <http://www.neurologiepropraxi.xz/pdfs/neu/2008/04/07.pdf>.

VELÍŠEK, Jan, HAJŠLOVÁ, Jana. *Chemie potravin*. 3. vydání. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-15-2.

VRABLÍK, Michal. Omega-3 mastné kyseliny a kardiovaskulární onemocnění. *Interní medicína pro praxi* [online]. Olomouc: Solen, 2007, 9 (6), 262-264. ISSN 1803-5256. Dostupné z: [https://www.medicinapropraxi.cz/artkey/med-200712-0002\\_Omega-3\\_mastne\\_kyseliny\\_a\\_kardiovaskularni\\_onemocneni.php](https://www.medicinapropraxi.cz/artkey/med-200712-0002_Omega-3_mastne_kyseliny_a_kardiovaskularni_onemocneni.php).

VRABLÍK, Michal. Omega-3 mastné kyseliny a kardiovaskulární onemocnění: máme měnit názor? *Kapitoly z kardiologie pro praktické lékaře* [online]. Praha: Medical Tribune CZ, 2019, 11 (1), 27, [cit. 2019-10-03]. ISSN 1803-7542. Dostupné z: <https://www.tribune.cz/clanek/44548-omega-mastne-kyseliny-a-kardiovaskularni-onemocneni-mame-menit-nazor>.

VRABLÍK, Michal. Pro, anebo proti? Omega-3 MK a nová data [online]. *Remedia*, 2019, 29 (2), [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: <http://www.remédia.cz/Archiv-rocniku/Rocnik-2019/2-2019/Pro-anebo-proti-Omega-3-mastne-kyseliny-a-nova-data/e-2Fq-2Jw-2JC.magarticle.aspx>.

VYHNÁNKOVÁ, Ludmila. Omega-3 a rybí tuk v nové, příjemné formě. *Vox pediatryae*. Praha: Sdružení praktických lékařů pro děti a dorost ČR, 2006, 6 (9), 38-39. ISSN: 1213-2241.

VYHNÁNKOVÁ, Ludmila. PUFA omega-3 a jejich působení. *Pediatric pro praxi*. Olomouc: Solen, 2007, 7 (3), 140-142. ISSN 1213-0494.

ZOUHAR, Petr. Vyvolávání a potlačování zánětu – role mastných kyselin. *Vesmír* [online]. Praha: Vesmír, 2012, 91 (12), 695-697. ISSN: 1214-4029.

## 6 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AA	Kyselina arachidonová
ACCOR	European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation/ Evropská asociace pro kardiovaskulární prevenci a rehabilitaci
ADHD	hyperkinetická porucha / Attention Deficit Hyperactivity Disorder
AHA	American Heart Association / Americká kardiologická asociace
ALA	Kyselina $\alpha$ -linolenová
ASA	Kyselina acetylsalicylová
CLA	konjugovaná kyselina linolová
CN	uhlíkové číslo
CNS	centrální nervová soustava
COX	cyklooxygenáza
CRP	C-reaktivní protein
CZVP	Centrum zdraví, výživy a potravin
ČR	Česká republika
DHA	kyselina dokosahexaenová
EFSA	Evropský úřad pro bezpečnost potravin
EGFR	epidermální růstový faktor
EPA	kyselina eikosapentaenová
ESC	European Society of Cardiology / Evropská kardiologická společnost
EU	Evropská unie
FAO	Food and Agriculture Organization/ Organizace OSN pro výživu a zemědělství

FDA	Food and Drug Administration / Úřad pro kontrolu potravin a léčiv
GIT	gastrointestinální trakt
GPR 32	G-protein coupled receptor
HDL	lipoprotein o vysoké denzitě
HEB	hematoencefalická bariéra
ICHs	Ischemická choroba srdeční
IL	interleukin
KVO	kardiovaskulární onemocnění
LA	kyselina linolová
LDL	lipoprotein o nízké denzitě
LOX	lipoxigenáza
MK	mastné kyseliny
NADPH	nikotinamidadenindinukleotid fosfát
NDA	Vědecký panel pro dietetické výrobky, výživu a alergie
PGE2	Prostaglandin E2
PPAR	receptory aktivované peroxisomovým proliferátorem
PUFA	polynenasycené mastné kyseliny (Poly Unsaturated Fatty Acids)
ROS	reaktivní formy kyslíku
RS	roztroušená skleróza
SFA	nasycené mastné kyseliny (Saturated Fatty Acids)
SLE	Systémový lupus erythematoses
SÚKL	Státní ústav pro kontrolu léčiv

SZÚ	Státní zdravotní ústav v Praze
TAG	triacylglyceroly
TGF- $\beta$	transforming growth factor $\beta$ / transformující růstový faktor
TNF- $\alpha$	tumor necrosis factor $\alpha$ / faktor nádorové nekrózy $\alpha$
VLDL	lipoprotein o velmi nízké denzitě
WHO	World Health Organization / Světová zdravotnická organizace

## 7 SEZNAM TABULEK A GRAFŮ

Doporučení pro příjem tuků dle WHO/FAO (Brát, 2017)

Srovnání kvality doplňků stravy s obsahem omega-3 MK

Tabulka č. 1: Živočišné zdroje omega-3 MK v g

Tabulka č. 2: Složení mastných kyselin vybraných olejů a tuků (v %)

Tabulka č. 3: Rostlinné zdroje ALA (omega-3 MK) v g/ 100 g

Tabulka č. 4: Potraviny z hlediska doporučeného poměru omega-3: omega-6 MK

Tabulka č. 5: Ukázka vhodného jídelníčku s doporučeným příjmem tuků

Tabulka č. 6: Doporučení pro příjem tuků dle WHO/FAO

Tabulka č. 7: Srovnání kvality doplňků stravy s obsahem omega-3 MK

Tabulka č. 8: Zastoupení respondentů dle pohlaví

Tabulka č. 9: Věkové zastoupení respondentů

Tabulka č. 10: Dosažené vzdělání respondentů

Tabulka č. 11: Uživatelé doplňků stravy

Tabulka č. 12: Vliv doporučení lékaře

Tabulka č. 13: Ovlivnění respondentů reklamou

Tabulka č. 14: Získávání informací z odborných zdrojů

Tabulka č. 15: Doporučení známé osoby

Tabulka č. 16: Internet jako zdroj informací

Tabulka č. 17: Doplňky stravy s omega-3 MK jako prevence

Tabulka č. 18: Užívání při zdravotních obtížích

Tabulka č. 19: Výběr doplňků stravy s omega-3 MK

Tabulka č. 20: Volba přípravku dle ceny

Tabulka č. 21: Pravidelnost užívání přípravku

Tabulka č. 22: Doba užívání přípravku

Tabulka č. 23: Znalost kvality přípravků u respondentů

Tabulka č. 24: Příjem omega-3 MK z jiných zdrojů

Tabulka č. 25: Jiné zdroje omega-3 MK ve stravě respondentů

Tabulka č. 26: Ryby v jídelníčku respondentů

Tabulka č. 27: Hodnocení vlivu užívání přípravků

Tabulka č. 28: Doporučení užívání přípravků s EPA/DHA

Graf č. 1: Zastoupení respondentů dle pohlaví

Graf č. 2: Věkové zastoupení respondentů

Graf č. 3: Dosažené vzdělání respondentů

Graf č. 4: Uživatelé doplňků stravy

Graf č. 5: Vliv doporučení lékaře

Graf č. 6: Ovlivnění respondentů reklamou

Graf č. 7: Získávání informací z odborných zdrojů

Graf č. 8: Doporučení známé osoby

Graf č. 9: Internet jako zdroj informací

Graf č. 10: Doplňky stravy s omega-3 MK jako prevence

Graf č. 11: Užívání při zdravotních obtížích

Graf č. 12: Výběr doplňků stravy s omega-3 MK

Graf č. 13: Volba přípravku dle ceny

Graf č. 14: Pravidelnost užívání přípravku

Graf č. 15: Doba užívání přípravku

Graf č. 16: Znalost kvality přípravků u respondentů

Graf č. 17: Příjem omega-3 MK z jiných zdrojů



Graf č. 18: Jiné zdroje omega-3 MK ve stravě respondentů  
Graf č. 18: Jiné zdroje omega-3 MK ve stravě respondentů  
Graf č. 19: Ryby v jídelníčku respondentů  
Graf č. 20: Hodnocení vlivu užívání přípravků  
Graf č. 21: Doporučení užívání přípravků s EPA/DHA

## 8 PŘÍLOHY

### Vzor dotazníku:

1. Pohlaví:	muž	žena		
2. Věk:	40-50	50-60	60-70	70-80
	více			
3. Jaké je Vaše ukončené vzdělání?	základní	SŠ	VŠ	
4. Užíváte doplňky stravy s omega-3MK?	ano	ne		
5. Užíváte tyto přípravky na doporučení lékaře?	ano	ne		
6. Ovlivnila Vás při volbě reklama?	ano	ne		
7. Čerpal/a jste z odbornějších zdrojů informací?	časopis	brožura		
8. Dal/a jste na doporučení známé osoby?	ano	ne		
9. Použil/a jste jako zdroj informací internet?	ano	ne		
10. Užíváte přípravky preventivně?	ano	ne		
11. Rozhodl/a jste se pro užívání při zdravotních obtížích:		kardiovaskulární onemocnění		
		nervové onemocnění		
		posílení imunity		
		nádorová onemocnění		
		jiné/jaké		
12. Jaký přípravek s obsahem EPA/DHA užíváte?				
13. Ovlivnila Váš výběr přípravku cena?	ano	ne		
14. Jak často přípravek užíváte?	1x denně	2x denně	3x denně	
15. Jak dlouho přípravek užíváte?	měsíc	půl roku	rok	déle
16. Znáte množství účinné látky v tabletě?	ano	ne		
17. Přijímáte EPA/DHA i z jiných zdrojů?	ano	ne		
18. Z jakých jiných zdrojů čerpáte EPA/DHA?	ryby	vejce	ořechy	

19. Jak často zařazujete do jídelníčku ryby?      1x za 14 dní      1x za měsíc      téměř vůbec

20. Pociťujete subjektivní zlepšení potíží při užívání přípravků s EPA/DHA? ano      částečně  
vůbec

21. Doporučil/a byste užívání těchto doplňků stravy příbuzným/známým?      ano      ne

## EVIDENCE VÝPŮJČEK

### Prohlášení:

Beru na vědomí, že odevzdáním této závěrečné práce poskytuji svolení ke zveřejnění a k půjčování této závěrečné práce za předpokladu, že každý kdo tuto práci použije pro svou přednáškovou nebo publikační aktivitu, se zavazuje, že bude tento zdroj informací řádně citovat.

V Praze, 26.4.2020

.....

Jako uživatel potvrzuji svým podpisem, že budu tuto práci řádně citovat v seznamu použité literatury.

Jméno	Ústav/pracoviště	Datum	Podpis